



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekonomi

## **Investera i en kvävesensor?**

- En ekonomisk jämförelse av tre fiktiva gårdar

Invest in a nitrogen sensor?

- An economic comparison of three fictional farms

*Josefin Samuelson*

*Louise Åhlström*

**Investera i en kvävesensor?  
- En ekonomisk jämförelse av tre fiktiva gårdar**

Invest in a nitrogen sensor?  
- An economic comparison of three fictional farms

*Josefin Samuelson  
Louise Åhlström*

**Handledare:** Carin Martiin, SLU,  
Institution för ekonomi

**Examinator:** Karin Hakelius, SLU,  
Institutionen för ekonomi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i företagsekonomi C

**Kurskod:** EX0538

**Program:** Agronomprogrammet - ekonomi

**Fakultet:** Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap (NJ)

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2014

**Serienamn:** Examensarbete/SLU, Institutionen för ekonomi

**Nr:** 896

**ISSN** 1401-4084

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Kvävesensor, lönsamhet, investering, höstvete, maskinkostnad, GNS, växtodlingsföretag.



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekonomi

# Förord

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare, Carin Martiin, och alla andra som har varit oss behjälpliga under uppsatsskrivandet. Vi vill även ägna ett stort tack till professor Hans Andersson, som har hjälpt oss med bland annat de matematiska beräkningarna som ligger till grund för uppsatsen.

Uppsala, den 21 augusti 2014

Josefin Samuelson & Louise Åhlström

# Abstract

A significant cost for farmers is fertilizer. Swedish farmers tend to overestimate the crop's nitrogen needs, which has led to the average nitrogen rate is higher than the economic optimum application rate. A nitrogen sensor can provide the possibility to adapt the nitrogen addition to the field's needs, and through that possibly increase the farmer's conditions for Harvest, and increase quality. Nitrogen sensor was introduced on the Swedish market 15 years ago. In the current situation, there are only about 100 sensors in daily operation. It may seem strange that Swedish farmers have not invested in this technology. The purpose of this study is thus to explain the basis of three fictional farms, with different acreage, when it is profitable to invest in nitrogen sensor technology.

Through a comparison of the three fictional farms be able to provide when the revenue exceeds the cost of an investment in nitrogen sensor technology. The investment calculations are designed to investigate how an investment in a nitrogen sensor impacts on the farms profitability.

The results show that it is profitable to invest in a nitrogen sensor for all fictional farms giving a yield increase. According to this study the increased yield is a requirement for an investment decision. Crucial production-related factors that influence the decision making is yield increase and increased protein content. Other influencing factors of production are also soils, cereal prices and a possible investment aid.

# Sammanfattning

Denna uppsats är skriven på kandidatnivå och omfattar 15 högskolepoäng. Uppsatsen är skriven inom ämnet Företagsekonomi vid Institutionen för ekonomi, Sveriges lantbruksuniversitet.

En stor kostnadspost för växtodlingsgårdar är handelsgödsel. Svenska lantbrukare tenderar att överskatta grödans kvävebehov, vilket har lett till att den genomsnittliga kvävegivan är högre än den ekonomiskt optimala givan. En kvävesensor kan ge möjlighet till att anpassa kvävegivan till fältets behov, och där igenom möjligen öka lantbrukarens förutsättningar för skörd- och kvalitetsökning. Kvävesensorn introducerades på den svenska marknaden för 15 år sedan. I dagsläget finns det endast ca 100 stycken sensorer i daglig drift. Det kan tyckas märkligt att inte fler svenska lantbrukare har investerat i denna teknik med tanke på dess potentiella intäktsökning. Syftet med denna studie är således att redogöra utifrån tre fiktiva typgårdar, med olika brukningsarealer, när det är lönsamt att investera i kvävesensorteknik. Genom en jämförelse av de tre typgårdarna kunna ge en bild av när intäkterna överskrider kostnaderna för en investering i kvävesensortekniken.

För att undersöka hur en kvävesensor påverkar lönsamheten i lantbruksföretag, har tre fiktiva typgårdar utformats. Genom ett kvantitativt, med inslag av kvalitativt, tillvägagångssätt har en beräkningsmodell samt en regressionsanalys utförts. Dessa beräkningar av de fiktiva typgårdarna ligger till grund för den empiriska datan. För att jämföra typgårdarnas skillnader och likheter har en komparativ design applicerats. Det teoretiska ramverk som ligger till grund för studien är teorier om investering och beslut. Investeringskalkyler är utformade för att kunna undersöka hur vidare lönsamheten påverkas av en investering i en kvävesensor. Investeringskalkylerna ligger även till grund för ett eventuellt investeringsbeslut.

Uppsatsen resultat visar på att det är lönsamt att investera i en kvävesensorteknik för samtliga fiktiva typgårdar givet att en skördeökning sker. Enligt denna studie är en ökad sködeavkastning ett krav för ett investeringsbeslut. Avgörande produktionsrelaterade faktorer som påverkar beslut om investering är skördeökning och proteinhalt. Andra påverkande produktionsfaktorer är även jordart, avsalu pris och ett eventuellt investeringsstöd.



# Innehållsförteckning

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUKTION .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 PROBLEMBAKGRUND .....   | 1         |
| 1.2 PROBLEM .....   | 3         |
| 1.3 SYFTE OCH FORSKNINGSFRÅGOR .....  | 3         |
| 1.4 AVGRÄNSNINGAR .....   | 4         |
| 1.5 DISPOSITION.....  | 5         |
| <b>2. LITTERATURGENOMGÅNG.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>3 TEORI.....</b>   | <b>8</b>  |
| 3.1 KOSTNADS- OCH INTÄKTSTEORI.....   | 8         |
| 3.2 INVESTERINGSTEORI .....   | 9         |
| 3.2.1 Känslighetsanalys .....   | 10        |
| 3.4 BESLUTSTEORI.....   | 10        |
| 3.3.1 Beslut under osäkerhet.....   | 11        |
| 3.5 REGRESSIONSANALYS .....   | 12        |
| <b>4 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT.....</b>   | <b>14</b> |
| 4.1 METOD.....  | 14        |
| 4.2 FIKTIVA TYPGÅRDAR .....   | 14        |
| 4.3 BERÄKNINGSMODELL .....  | 16        |
| 4.3.1 Maskin-och arbetskostnad.....   | 17        |
| 4.4 SAMMANSTÄLLNING AV FÄLTFÖRSÖK .....   | 19        |
| 4.4.2 Multipel regressionsanalys av fältförsök .....                              | 20        |
| 4.5 METODDISKUSSION .....   | 21        |
| <b>5 EMPIRISKA RESULTAT .....</b>   | <b>22</b> |
| 5.1 RESULTAT AV SAMMANSTÄLLDA FÄLTFÖRSÖK.....                                     | 22        |
| 5.2 RESULTAT AV MULTIPEL REGRESSIONSANALYS AV FÄLTFÖRSÖK .....                    | 24        |
| 5.3 TYPGÅRDAR.....  | 25        |
| 5.3.1 Typgård 1. 150 hektar.....  | 25        |
| 5.3.2 Typgård 2. 250 hektar.....  | 26        |
| 5.3.3 Typgård 3. 350 hektar.....  | 27        |
| 5.5 KÄNSLIGHETSANALYS .....   | 28        |
| 5.5.1 Prisökning respektive prisminskning av avsalupriser för höstvet .....       | 28        |
| 5.5.2 Proteintillägg.....   | 29        |
| 5.6 SAMMANFATTNING AV EMPIRISKA RESULTAT .....                                    | 29        |
| <b>6 ANALYS OCH DISKUSSION.....</b>   | <b>30</b> |
| 6.1 SAMANSTÄLLNING AV FÄLTFÖRSÖK OCH REGRESSIONSANALYS .....                      | 30        |
| 6.2 JÄMFÖRELSE AV TYPGÅRDARNA .....   | 30        |
| 6.3 PÅVERKANDE ASPEKTER.....  | 32        |
| <b>7 SLUTSATSER.....</b>  | <b>33</b> |
| 7.1 VIDARE FORSKNING .....  | 33        |
| <b>REFERENSER.....</b>  | <b>34</b> |
| <b>BILAGA 1: MASKINKOSTNADSBERÄKNING.....</b>                                     | <b>37</b> |
| <b>BILAGA 2: BERÄKNING AV ÅRLIG ANVÄNDNING AV TRAKTOR OCH GÖDSELSPRIDARE ....</b> | <b>38</b> |
| <b>BILAGA 3: UNDERHÅLLSKOSTNAD ENLIGT ASABE.....</b>                              | <b>39</b> |
| <b>BILAGA 4: KÄNSLIGHETSANALYS, AVSALUPRIS.....</b>                               | <b>40</b> |
| TYPGÅRD 1, 150 HA .....   | 40        |
| TYPGÅRD 2, 250 HA .....   | 41        |
| TYPGÅRD 3, 350 HA .....   | 42        |
| <b>BILAGA 5: KÄNSLIGHETSANALYS, PROTEINTILLÄGG.....</b>                           | <b>43</b> |

# Figurförteckning

|   |    |
|---|----|
| Figur 1. Illustration över kvävesensors potential. ....   | 2  |
| Figur 2. Illustration över uppsatsens disposition. ....   | 5  |
| Figur 3. Illustration över uppsatsens teoretiska ramverk. ....                                    | 8  |
| Figur 4. Variabellista för <i>ekvation 1</i> . ....   | 12 |
| Figur 5. Variabellista för <i>ekvation 2</i> . ....   | 12 |
| Figur 6. Redogörelse av uppsatsens tillvägagångsätt. ....   | 15 |
| Figur 7. Variabellista för <i>ekvation 3 till 5</i> . ....  | 16 |
| Figur 8. Variabellista för <i>ekvation 6</i> . ....   | 17 |
| Figur 9. Variabellista för <i>ekvation 7</i> . ....   | 18 |
| Figur 10. Variabellista för <i>ekvation 8</i> . ....  | 18 |
| Figur 11. Variabellista för <i>ekvation 9</i> . ....  | 19 |
| Figur 12. Variabellista för <i>ekvation 10</i> . ....   | 20 |
| Figur 13. Variabellista för <i>ekvation 11</i> . ....   | 20 |
| Figur 14. Genomsnittlig skördeavkastning beroende på kvävegiva och antalet lagda kvävegivor. .... | 22 |
| Figur 15. Genomsnittlig proteinhalt beroende på kvävegiva och antalet lagda kvävegivor. ....      | 23 |
| Figur 16. Variabellista för <i>ekvation 12</i> . ....   | 24 |
| Figur 17. Jämförelse av täckningsbidrag mellan typgårdarna. ....                                  | 31 |

# Tabellförteckning

|   |    |
|---|----|
| Tabell 1. Sammanställning av ökad skördeavkastning och proteinhalt från tidigare studier. ....                | 6  |
| Tabell 2. Sammanställning av resultat för typgård 1 givet odlingssystem med och utan kvävesensor. ....        | 25 |
| Tabell 3. Break-even beräkning för typgård 1. ....  | 26 |
| Tabell 4. Sammanställning av resultat för typgård 2 per hektar, givet odlingssystem med och utan sensor. .... | 26 |
| Tabell 5. Break-even beräkning för typgård 2. ....  | 26 |
| Tabell 6. Sammanställning av resultat för typgård 2 per hektar, givet odlingssystem med och utan sensor. .... | 27 |
| Tabell 7. Break-even beräkning för typgård 3. ....  | 27 |



# 1 Introduktion

*I följande kapitel redovisas uppsatsämnets bakgrund, vilket i sin tur leder fram till studiens problemformulering. Uppsatsens syfte, frågeställning och avgränsningar redovisas sedermera. I slutet av detta kapitel presenteras uppsatsens vidare disposition.*

## 1.1 Problembakgrund

För de flesta företag, oavsett bransch, gäller det att intäkterna är större eller lika med kostnaderna för att företaget skall vara lönsamt. För alla vinstdrivande företag gäller det att intäkterna överskrider kostnaderna, vilket i sin tur leder till ett positivt resultat. För att företag skall kunna gå med vinst krävs det att de minimerar sina kostnader och maximerar sina intäkter. Kostnadseffektivitet och intäktsmaximering är ledande strategier för alla företag och inte minst för lantbruksföretag. Att kostnadseffektivisera betyder att företagaren skall för en så låg kostnad som möjligt kunna erhålla största möjliga output (Olhager, 2000).

För de flesta företagare gäller det att väga kostnader mot intäkter och att se dess samband. Hur påverkar en minimering av insatsmedel den färdiga produkten, och hur ser utbytet ut? Skillnaden mellan lantbruksföretag och ”vanliga” företag är att lantbruksföretag ligger ute med stora kostnader under en längre period innan intäkterna kommer in i företaget. För ett växtodlingsföretag kan detta innebära att stora kostnader går ut ur företaget på hösten då lantbrukaren sår, detta i form av kostnad av utsäde och gödsel. De förväntade intäkterna kommer inte in i företaget förrän året där på, det vill säga då grödan skördas. Mellan sådd och skörd förekommer ett antal kostnader i form av jordbearbetning, besprutnings preparat, gödsel. Beroende på hur växtodlingsföretaget väljer att handla med sin produkt, spannmål, kan intäkten dröja mer än ett år då försäljningen av spannmålet sker vid bästa möjliga tid på marknaden. Det kan då vara än viktigare för lantbruks- och växtodlingsföretag att kostnadsminimera och få så stor utväxling av insatsvarorna som möjligt.

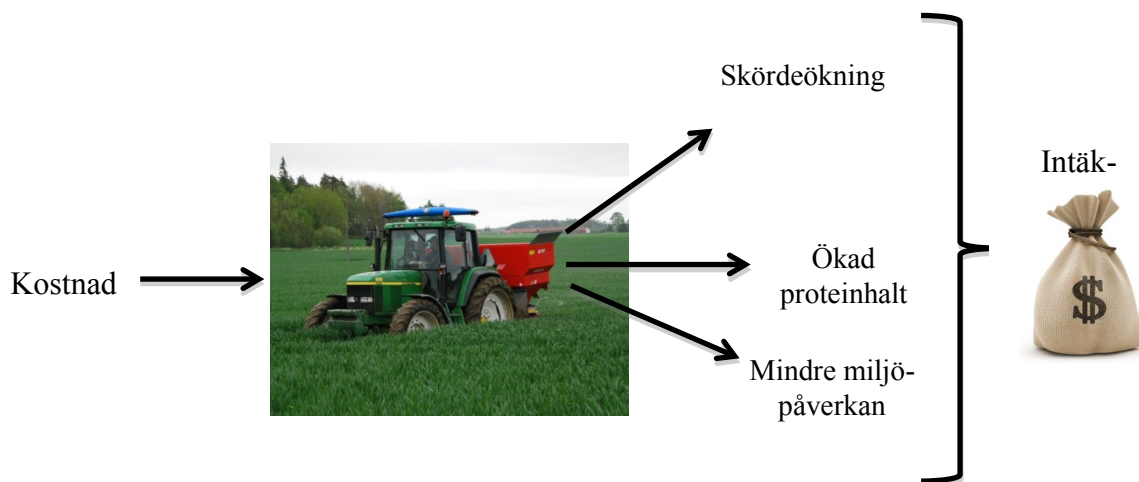
Handelsgödsel är en viktig komponent inom växtodlingen för att kunna få en så bra skörd som möjligt. Dock utgör handelsgödsel en stor kostnadspost för växtodlingsföretag. Lantbrukare tenderar till att överskatta behovet av kvävegödsel, då behovet kan variera beroende på säsong, årsmån och jordart. (Internet, Jordbruksverket, 2014). Detta för att skapa förutsättningar för en så bra framtida skörd som möjligt. Vartefter lantbrukaren tenderar till att lägga en överskattad giva för att undvika kvävebrist. (Zillmann, et al., 2006). En eventuell kvävebrist skulle betyda en framtida skördesänkning, därav garderar sig lantbrukare genom att ge en större giva än vad grödan påverkas behöva. Eftersom det är svårt att uppskatta den optimala kvävegivan, både växtodlingsmässigt och ekonomiskt, har tekniska hjälpmedel inom detta område utformats i form kvävesensorer som kan mäta grödans kvävebehov. Att kunna minimera eller optimera kvävegödseln, för ett lantbruksföretag, skulle kunna leda till kostnadseffektivisering.

Yara har specialiserat sig på kväveprodukter, allt från handelsgödsel till precisionsodlingsteknik för kväveprodukter. Yara är, från början, ett norskt företag som grundades år 1905 och är idag verksam i 150 länder (Internet, Yara, 1, 2014). Yaras N-sensor är en ledande kvävesensorprodukt på marknaden och lanserades i Sverige år 1999. Sensorn är en typ av precisionsodlingsteknik vilket innebär att:

”Växtplantsanpassad odling, så kallad ”precisionsjordbruk”, innebär något förenklat att varje delyta på ett fält tillförs en optimal giva av olika insatsmedel så som växtnäring, kalk, bekämpningsmedel etc. ”Optimal ” kan i det här fallet syfta på ekonomiska och/eller miljömässiga aspekter. Dessutom ska rätt ”saker” utföras i rätt tid på rätt plats.” (Fogelfors, 2001).

N-sensorn placeras på traktorns tak och scannar ca 50 kvadratmeter av fältet per sekund på respektive sida om traktorn (Internet, Precisionsskolan, 2014). Sensorn mäter grödans klorofyllhalt, och grödans biomassa, i fältet. Det finns ett samband mellan grödans klorofyllhalt och kväveinnehåll. Ju grönare grödan är desto mindre behov av kväve är grödan och tvärtom. Ett område med hög biomassa behöver mer kväve än ett område med låg biomassa. Denna sensorteknik möjliggör en anpassad kvävegiva på fältet där grödans kvävebehov styr givans storlek. (Internet, Precisionsskolan, 2014). Kvävesensorn kan endast anpassa kvävegivan i växande gröda, då det finns biomassa att mäta, och inte vid barmark. Vid användandet av sensorn sparas mätningarna i styrfiler som kan utnyttjas som hjälpmedel till kommande års kvävegödsling (Internet, Precisionsskolan, 2014).

Sedan lanseringen av Yaras N-sensorn i Sverige är det ca 100 stycken sensorer i daglig drift (Internet, Yara, 2014). Detta kan tänkas vara få med tanke på att produkten har funnit på den svenska marknaden i 15 år. Detta är en tanke som Arvid Lindgren, odlingsrådgivare på Lovangruppen, delar. Han tycker att det är konstigt att inte flera lantbrukare använder sig av kvävesensorteknik.



**Figur 1. Illustration över kvävesensors potential. (Egen bearbetning, 2014).**

Enligt Yaras hemsida kan kvävesensortekniken öka lantbrukarens skördeavkastning med 3,1 procent, kunna ge en homogenare proteinhalt över fältet, minska liggsäd och bidra till ökad kväveeffektivitet. Detta skulle då medföra en potentiell ökning av lantbruksföretagets intäkter.

Enligt en enkätundersökning utförd av Söderström et al. (2004) visar på att 70 procent av lantbrukare som har investerat i en kvävesensor, upplevde att de fått en ökad skördeavkastning på fälten. Endast 10 procent av deltagarna upplevde en skördeminskning vid användandet av en kvävesensor. I enkätundersökningen ingick även frågor rörande lantbrukarens förändring av deras kvävekonsumtion innan och efter investeringen. Resultaten visade på att lantbrukarna upplevde att de hade samma konsumtion som innan eller en reducerad konsumtion av kväve. Endast ett fåtal av lantbrukarna ansåg att konsumtionen av kväve ökade vid en investering av en kvävesensor. (Söderström et al., 2004)

## 1.2 Problem

En stor kostnadspost för växtodlingsgårdar är handelsgödsel (Internet, Jordbruksverket, 2014). Som tidigare nämnt tenderar svenska lantbrukare att överskatta grödans kvävebehov, vilket har lett till att den genomsnittliga kvävegivan är högre än den ekonomiskt optimala givan (Internet, Greppa, 2014). En kvävesensor kan ge möjlighet till att anpassa kvävegivan till fältets behov, och där igenom möjligen öka lantbrukarens förutsättningar för skörd- och kvalitetsökning. Tidigare forskning har visat på att en kvalitets- och skördeökning är möjlig, mellan 0,8 till 3,1 procent skördeökning och mellan 0,5 till 0,14 procent ökad proteinhalt (se kapitel 2). Ökningen i skörd och kvalitet är en förutsättning för att lantbruksföretag skall kunna öka sina intäkter.

Som tidigare nämnts har kvävesensorn funnits på den svenska marknaden i 15 år och det är endast 100 stycken i drift idag (Internet, Yara, 2, 2014). Det kan tyckas märkligt att inte fler svenska lantbrukare har investerat i denna teknik med tanke på dess potentiella intäktsökning. Enligt Yara är fördelarna många; ökad skördeavkastning, ökad kväveeffektivitet, jämnare kvalitet över fältet, mindre liggsäd, lägre förluster av kväve till miljön och högre tröskkapacitet (Internet, Yara, 2, 2014). Frågan är om detta hjälpmedel faktiskt kan skapa besparingar i form av att genererar en ökad skördeavkastning som i sin tur skall leda till en ökad intäkt i lantbruksföretaget? Om så är fallet, hur pass stor skördeavkastning krävs för att det skall vara ekonomiskt försvarbart att investera i en kvävesenor för tre fiktiva typgårdar belägna i Göta-lands norra slättbygder (GNS).

## 1.3 Syfte och forskningsfrågor

Syftet med denna uppsats är att redogöra utifrån tre fiktiva typgårdar, med olika bruksarealer, när det är lönsamt att investera i kvävesensorteknik. Genom en jämförelse av de tre typgårdarna kunna ge en bild av när intäkterna överskrider kostnaderna för en investering i kvävesensortekniken. De forskningsfrågor som uppsatsen åsyftar att besvara är:

- *Hur förändras lönsamheten för tre fiktiva växtodlingsföretag med 150-, 250- respektive 350 hektar bruksareal genom en investering i kvävesensorteknik?*
- *Hur stor skördeökning krävs för att investeringen skall nå en break-even för de tre fiktiva typgårdarna?*
- *Vilka produktionsrelaterade faktorer påverkar, de tre fiktiva typgårdarnas, beslut om investering i kvävesensorteknik?*

## 1.4 Avgränsningar

### *De tre fiktiva typgårdarna*

De tre konstruerade typgårdarna som ligger till grund för det empiriska materialet baseras på rena växtodlingsgårdar belägna i Götalands norra slättbygder (GNS). Valet av att använda GNS-området baseras på att området hyser stora arealer av växtodling. Typgårdarnas brukningsarealer är begränsade till 150, 250 respektive 350 hektar. Dessa arealer är representativa för området, enligt växtodlingsrådgivare för GNS-området. Huvudgrödan för samtliga typgårdar är höstveten som utgör 50 procent av brukningsarealen. Skördeavkastningen för samtliga typgårdar är 6500 kilo per hektar vilket är ett genomsnitt för GNS-området. En kvävegiva om 150 kilo per hektar är antagen utifrån rekommendationer från växtodlingsrådgivare. Beräkningarna för typgårdarna grundas endast i en maskinpark innehållande en traktor, en konstgödselspridare och en nyinvesterad kvävesensor. Maskinparken antas vara nyinköpt och inneha den standarden som krävs för att möjliggöra användandet av kvävesensortechniken.

Generaliseringarna gällande utformandet av de tre fiktiva typgårdarna är utfört för att kunna jämföra de tre gårdarna med varandra. Faktorer gällande gårdarna kan skilja sig från verkligheten. Denna avgränsning görs för att få rimliga och jämförbara maskin- och underhållskostnader för de tre typgårdarna.

### *Priser och prisinformation*

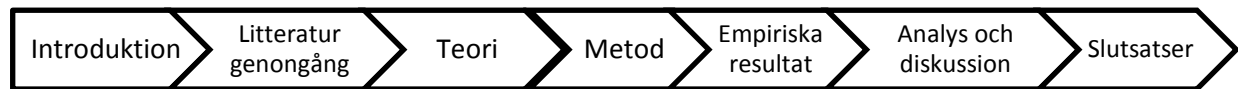
Avsalupriserna som beaktas i uppsatsens beräkningar är ett genomsnittligt pool 1 pris för höstveten under perioden 2011 till 2013 från Lantmännen. Insatsvaran handelsgödsel är baserad på aktuella priser från Lantmännen. Handelsgödseln avser NS 27-4, Axan. Prisuppgifter gällande kvävesensorn är baserade på priset för Yaras N-sensor. Uppsatsens jämförelse mellan typgårdarna tar inte hänsyn till generella prisförändringar och kalkylerna baseras endast på nominella och inte på reala förhållanden.

### *Kvävesensor*

Vid en investering i en kvävesensor tillkommer abonnemangskostnader. Dessa kostnader är inte konstanta för vartdera år utan reduceras med åren. Denna studie tar endast hänsyn till en genomsnittlig abonnemangskostnad för en fem års period. Investeringen i kvävesensorn belastar alla tre typgårdar, hänsyn tas dock inte till den kostnaden hänförd till inkörning och inläring av den nya sensorn. Kvävesensorn kan endast användas ”on the go” när grödan har en biomassa att mäta, det vill säga när grödan är synlig för ögat. Detta ger att uppsatsen endast tar hänsyn till kompletteringsgivor på våren. Respektive typgård utför höstvetesådden med en kombisåmaskin.

## 1.5 Disposition

I detta kapitel har uppsatsämnets bakgrund och problem redovisats, detta för att väcka intresse och operationalisera problemet. För att uppnå uppsatsens syfte och svara på forskningsfrågorna har en kvantitativ strategi använts. Nedan, i figur 2, illustreras uppsatsens vidare disposition.



**Figur 2. Illustration över uppsatsens disposition. (Egen bearbetning, 2014).**

I *kapitel två* presenteras tidigare forskning och studier på ämnet. En sammanställning av dessa studiers resultat redogörs och de ligger till grund för vidare analys.

I *kapitel tre* presenteras de teorier som ligger till grund för uppsatsen. Först presenteras kostnads- och intäktsanalys följt av investeringsteori, känslighetsanalys, beslutsteori och till sist presenteras en regressionsanalys. Dessa teorier utgör underlaget för uppsatsens teoretiska ramverk och de ”verktyg” uppsatsen har till hjälp.

I följande kapitel, *kapitel 4*, presenteras uppsatsens metodologiska val. Först i detta kapitel redogörs det för studiens strategi, kvantitativ strategi, och den komparativa designen. Sedan presenteras utformandet av de tre fiktiva typgårdarna följt av den beräkningsmodell som ligger till grund för studiens empiriska resultat. Den genomförda sammanställningen av fältförsök och regressionsanalysens ramar presenteras sedermera. I slutet av detta kapitel sammanfattas uppsatsens metodologiska ramverk.

*Kapitel fem* innefattar studiens empiriska resultat, där de tre fiktiva typgårdarnas resultat presenteras i var sitt avsnitt. Resultaten av regressionsanalysen och sammanställningen av fältförsöken presenteras även i detta kapitel.

I *kapitel sex* förs en diskussion och de empiriska resultaten analyseras.

I uppsatsens sista kapitel, *kapitel sju*, dras slutsatser utifrån studiens analys och diskussion. Sedermera besvaras uppsatsens forskningsfrågor.

I kapitel 1 har uppsatsens bakgrund och problem presenterats, följt av studiens syfte, frågeställning, avgränsningar och sist uppsatsens disposition. I nästkommande kapitel redogörs det för tidigare studier på ämnet och en sammanställning av den utförda forskningen.

## 2. Litteraturgenomgång

Ett flertal studier har genomförts på ämnet anpassade kvävegivor med sensorteknik. Dessa studier har främst redovisat genomförda fältförsök. Fältförsök med traktorburen kvävesensor har genomförts i bland annat Tyskland, Danmark, Australien och Sverige. Dessa studier har till största del fokuserat kring den biologiska effekten på grödan vid en anpassning av kväve mängden och/eller de direkta tekniska egenskaperna hos kvävesensorerna. Litteratursökningen har inte lett fram till någon studie där den ekonomiska aspekten av användandet av en kvävesensor har diskuterats eller analyserats. Ett flertal av studierna har endast berört ämnet ekonomi men inte analyserat dess påverkan för den enskilde lantbrukaren.

**Tabell 1. Sammanställning av ökad skördeavkastning och proteinhalt från tidigare studier. (Egen bearbetning, 2014).**

| Gröda  | Land                       | Skördeökning                 | Proteinhalt            | Studie                       |
|--------|----------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|
| H-vete | Tyskland                   | Ja, men ingen bestämd ökning | -                      | Zillmann et al., 2006        |
| Havre  | Sverige                    | 1 kg N → 10 kg ↑             | -                      | Delin & Stenberg, 2014.      |
| H-vete | Danmark                    | Ingen påverkan               | -                      | Jørgensen & Jørgensen, 2007. |
| H-vete | Sverige                    | 2,4 % ↑                      | Homogenare proteinhalt | Söderström et al., 2004      |
| H-vete | 122 internationella försök | 2,4 % ↑                      | 0,1 % ↑                | Nissen et al., 2002          |
| H-vete | Australien                 | 0,8 % ↑                      | 0,5 % ↑                | Mayfiels & Trengrove, 2009   |
| H-vete | 96 försök i 9 olika länder | Genomsnitt 1,6 dt/ha ↑       | 0,14 % ↑               | Link et al., 2002            |
|        | 186 försök                 | Genomsnitt 3,1 % ↑           | Homogenare             | Pers. med Nissen, 2014       |

I tabell 1 ovan sammanställs de resultat av ökad skördeavkastning och proteinhalt som tidigare studier visat. Fältförsök som har genomförts visar på oenhetliga resultat gällande protein och en skördeökning vid användandet av anpassade kvävemängder. En studie från Tyskland visar på att skörden kan öka med hjälp av en anpassad kvävegiva, men författaren definierar inte hur stor denna potentiella skördeökning var. Författarna påpekar att denna ökade avkastning i höstveten beroende av anpassade kvävegivan ger resultat om kvävet är den begränsade faktorn. (Zillman et al. 2006). I enlighet med Zillman et al. (2006) visar Link et al. (2002), Mayfiels & Trengrov (2009) och Söderström et al. (2004) på protein- och skördeökning i deras studier. Den ökade avkastningen i skörd ligger mellan 0.8 till 2.4 procent och ökningen i proteinet mellan 0.5 – 0.14%. Denna ökning i skördeavkastning är i överensstämmelse med de 122 internationella försök som utfördes under perioden 1999-2001 vilka visade på skördeökningar om 2.4% (Nissen et al., 2002).

Studien utförd av Söderström et al. (2004) visar även på att jämnare proteinhalt och minskad liggsäd vid användandet av en kvävesensor. Deras ekonomiska modell visade på att det krävs en areal om minst 250 hektar för att täcka kostnaderna för investeringen i en kvävesensor. (Söderström et al., 2004)

Till skillnad från de tidigare nämnda studierna visar Jørgensen och Jørgensen (2007) på att de inte kunde konstatera några signifikanta ökningar i skörd eller proteinhalt när en kvävesensor användes.

En studie av Delin och Stenberg (2013) fokuserar på huruvida kväveläckagets effekt relaterar till ökad skörd. Deras studie baserades på försök i sydvästra Sverige på lätta sand- och lerjordar under perioden 2007 till 2009. De använde bland annat en handburen N-sensor från Yara för att mäta grödans kvävehalt. Deras resultat visar på att kväveläckaget per kilo producerat spannmål var vid minimum runt det ekonomiska optimumet. Deras definition av det ekonomiska optimumet var att vid varje extra kilo kväve som tillförs resulterade i minst 10 kilo ökad skörd. De nämner även att den optimala givan av kväve skiljer sig mycket från fält till fält och att en anpassad gödselgiva kan leda till mindre kväveläckage. Författarnas fokus ligger på kväveläckage och inte på huruvida kvävesensorer kan bidra till ett minskat läckage. De poängterar dock att användandet av en kvävesensor möjligen kan påverka till en minskning av kväveläckage.

Bongiovanni & Lowenberg- Deboer (2004) har undersökt huruvida precisionsodling i lantbruk kan påverka en hållbar miljö. Studien är utförd i Argentina och visar på att precisionsodling i stort kan minska miljöpåverkan. De menar på att med hjälp av precisionsjordbruk kan kvävehalten minska och inte påverka skördeavkastningen negativt. I denna artikel fokuserar endast forskarna på allmän precisionsodling och inte på användandet av en kvävesensor kan påverka en hållbar miljö.

Artiklar som endast fokuserat kring tekniken bakom klorofyll och biomassamätningen är Stanislav et al, (2009), Hansen & Schjoerring (2003) och Fischer et al, (2009). Dessa artiklar baseras på uträkningar av mätinstrumentets våglängder för att uppnå en korrekt mätning av grödans klorofyll och biomassa. Dessa artiklar tar inte hänsyn till skördeökning, proteinhalt och ekonomiska aspekter. De ovanstående artiklarna ligger till grund för uppsatsens beräkningsunderlag utan bidrar till ett annat perspektiv.

## 3 Teori

I följande kapitel presenteras de relevanta teorierna för uppsatsen. Inledande presenteras kostnads- och intäktsanalys följt av investeringsteori, känslighetsanalys, beslutsteori och sist presenteras regressionsanalys. Dessa teorier utgör underlaget för uppsatsens teoretiska ramverk. I figur 3 illustreras kopplingen mellan teorierna och uppsatsens teoretiska ramverk.



Figur 3. Illustration över uppsatsens teoretiska ramverk. (Egen bearbetning, 2014).

### 3.1 Kostnads- och intäktsteori

Grundläggande för alla företag är att hushålla med begränsade resurser. De begränsade resurserna bör ge största möjliga nytta. Kostnads- och intäktsanalys grundar sig i klassisk kostnadslära. Grundprincipen med kostnads- och intäktsanalys är att ställa intäkter och kostnader mot varandra för att erhålla en uppfattning om resultatet. Kostnaderna och intäkterna ses som strömmar det vill säga input, intäktsströmmar, in i företaget och output, kostnadsströmmar, från företaget. Dessa strömmar anses vara beroende av varandra, framtidens output är beroende på dagens input. Syftet med kostnads- och intäktsanalys är att skapa underlag för beslut med hjälp av olika metoder och konstruerade instrument, kalkyler samt bedöma olika handlingsalternativs ekonomiska lönsamhet och utfall. (Algvere, 1963)

Uppsatsen kommer att använda denna bas för beräkningar av täckningsbidragen för de tre fiktiva typgårdarna. Genom kalkyler grundat i kostnader och intäkter beräknas täckningsbidragen för respektive typgård. I nedanstående avsnitt redogörs det för investeringsteori.



## 3.2 Investeringssteori

När ett företag beslutar sig för att göra en investering, reallt eller finansiellt, avstår företaget från att bruka redan existerande resurser som hade kunnat användas till utdelningar eller högre löneutbetalningar. Avsikten med ett investeringsbeslut är att tillföra nya resurser och skapa utveckling i företaget, investeringar är följaktligen framåtsyftande. En investering gör det därför möjligt att förverkliga företagets mål och visioner i framtiden. Investeringen behöver inte vara kopplad till ett speciellt marknads-, produktions-, eller lönsamhetsmål. Avsikten med en investering kan även vara att stärka handlingsberedskapen för en oförutsägbart framtid. Genom att investera i till exempel, forskning, utveckling, eller ett flexibelt produktionssystem kan handlingsberedskapen styrkas. (Bergknut et al., 1993)

Investeringsens nytta måste vara större än de nuvarande resursernas alternativa utnyttjandevärde för att investeringen skall vara motiverad. En resurs alternativa utnyttjandevärde är det värde en resurs har vid optimal alternativanvändning. Vid beslut om ett företag skall investera eller ej bör överväganden, mellan möjligheter idag och i framtiden göras. En bedömning av alternativa användningsmöjligheter skall göras för de resurser som investeringen berör. Syftet med investeringsbeslutet är att förverkliga ett företags mål och visioner för framtiden. (Bergknut et al., 1993)

Investeringskalkyler används bland annat som beslutsunderlag inför en framtida investering. Utifrån investeringskalkylen kan företaget utläsa investeringens uppskattade lönsamhet, risk och osäkerhet. Investeringskalkylen kan dock inte användas som ett fullständigt beslutsunderlag i och med att kalkylen är baserad på osäker data. Den osäkra datan är i form av uppskattade priser, kalkylen tar därmed ingen hänsyn till ekonomiska konsekvenser. Innan ett beslut skall tas måste investeraren göra en mer ekonomisk bedömning från strategiska till maskinoperativa och miljömässiga innan ett beslut faktiskt kan tas. (Bergknut et al., 1993)

Investeringskalkyler utförs för att undersöka hur vidare lönsamheten påverkas hos de tre fiktiva typgårdarna vid en investering i en kvävesensor. Uppsatsen kommer även använda investeringskalkylerna för att analysera utifrån en känslighetsanalys, hur pass känsliga kalkylresultaten är för förändringar i förutsättningar. En känslighetsanalys kan ses som ett verktyg, och är sammankopplat till investerings- och bestutsteori.

### 3.2.1 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys undersöker om kalkyleringsresultaten är känsliga för förändringar i förutsättningarna. Analysens syfte är att fastställa hur stor inverkan dessa förändringar i förutsättningarna har på kalkylens resultat. De variabler som studeras är de svårbedömda variablerna som kan påverka lönsamheten för kalkylen (Bergknut et al., 1993). Analysen beräknar de kritiska värdena, som ger information om högsta eller lägsta värde en variabel får anta utan att påverka kalkylens utfall (Ljung & Högberg, 2004). Variablerna som analyseras kan endast studeras var för sig, vilket gör att de inte kan ställas i relation till varandra (Bergknut et al., 1993).

I uppsatsen kommer en känslighetsanalys att genomföras, detta i syfte att analysera variablerna avsalupris och pristillägg för kvalitetshöjning. Dessa variabler är svårbedömda då de påverkas av spannmålshandeln och har en inverkan på uppsatsens kalkyler. I nästkommande avsnitt presenteras beslutsteori. Denna teori är sammankopplad med investeringsteori och känslighetsanalys då det ligger ett beslutsfattande bakom upprättandet av kalkyler och investeringar.

## 3.4 Beslutsteori

Det finns olika typer av modeller och metoder som kan ligga till grund för beslutsfattande. Gemensamt för beslutfattande är att beslutssituationer kan beskrivas i termer av det givna, det sökta och handlingsalternativ. Det vill säga beslutets variabler baseras på vad individen har, vad individen vill uppnå och hur individen väljer att uppnå målet. (Edlund et al., 1999). Det finns två övergripande modeller vid beslutsfattande; normativa och deskriptiva modellen. (Edlund et al., 1999)

### *Normativ modell*

En normativ modell bygger på ideala föreställningar om hur beslut bör fattas för att uppnå största möjliga måluppfyllelse. Denna modell, rationellt beslutsfattande, grundar sig på orealistiska antaganden och är starkt teoretiskt byggd. I denna modell antas att högsta möjliga måluppfyllelse skall uppnås vid varje beslutsfattande oavsett storlek på beslutet. Ett övergripande antagande är att beslutsprocessen har ett systematiskt och sekventiellt förlopp, ett steg i taget. Modellen förutsätter att beslutstagaren har samlat in all möjlig information rörande beslutet, som i sin tur skall ligga till grund för beslutsfattandet. Målet måste vara utformat innan problemet formuleras, och i sin tur måste problemet vara antaget innan handlingsalternativen kan utsagas och så vidare. I verkliga beslutssituationer uppnås inte vardera steg i den rationella beslutsmodellen. I verkligheten skulle handlingsalternativ kunna se till innan målet med beslutet är konkretiserat. (Edlund et al., 1999)

### *Deskriptiv modell*

En deskriptiv modell syftar till att beskriva hur en faktisk beslutsprocess går till. Denna modell tar hänsyn till de komplikationer som kan uppstå i en beslutssituation. Till skillnad från den normativa modellen antas inte att högsta möjliga måluppfyllelse skall uppnås, utan i denna modell antas en acceptabel nivå av måluppfyllelse. Det vill säga att beslutstagaren nöjer sig med en mer realistisk måluppfyllelse. (Edlund et al., 1999)

### 3.3.1 Beslut under osäkerhet

Det kan vara svårt att fatta beslut, eftersom beslutets utfall och konsekvenser i framtiden är ovisa. Vi lever i en värld av osäkerhet, vi kan aldrig veta vad som kommer att hända på marknaden. Det finns enligt Edlund et al. (1999) tre olika typer av osäkerhet som kan uppkomma i samband med en beslutssituation:

#### *Osäkerhet om utfall*

Det är svårt att i för tid säga hur ett visst handlingsalternativ kommer att falla ut. Utfallet kan påverkas av faktorer som ligger utanför beslutstagarens kontroll. Faktorer som väderleken, konjunktur, prisutvecklingar och politiska beslut. (Edlund et al., 1999)

#### *Osäkerhet om värderingar*

Förställningen om vad som är önskvärt kan ändras över tid. Olika personer har olika uppfattningar om vad som är viktigt och önskvärt. Vad som är bäst för beslutstagaren kan skilja sig från vad som är önskvärt för till exempel företaget som beslutet påverkar. Över tid kan de aspekter som nedvärderats vid beslutstagandet omvärderats vid en tid längre fram. (Edlund et al., 1999)

#### *Osäkerhet om samband*

Ett beslut kan påverka ett annat beslut. Det vill säga att konsekvenserna och sambandet mellan beslut kan vara oförutsägbara. Ett företag står alltid inför ett beslut. Skall företaget avveckla eller fortsätta ytterligare en tid, skall företaget investera eller inte. (Edlund et al., 1999)

Uppsatsens kalkyler kan ligga till grund för vidare investeringsbeslut, om intäkterna överskrider kostnaderna kan ett beslut vara befogat. Dock kommer uppsatsen inte att gå in i detalj hur lantbrukaren fattar sitt beslut, eller vilka faktorer som är avgörande i beslutsprocessen.

## 3.5 Regressionsanalys

En regressionsanalys är en statistisk modell. Författaren Yan (2009) presenterar ett beskrivande citat från Amerikan Scientist (1966) om vad en statistisk modell innebär:

”A model is neither a hypothesis nor a theory. Unlike scientific hypotheses, a model is not verifiable of a model is not that it is “true” but that it generates good testable hypotheses relevant to important problems.”  
(R. Levins, Am. Scientist 54: 421-31, 1966).

En regressionsanalys beskriver sambandet mellan en beroende variabel, och en eller flera oberoende variabler. Den beroende variabeln är en funktion av en eller flera oberoende variabler. (Yan, 2009). Det finns enligt Yan (2009) tre olika typer av regressioner;

### *Enkel linjär regression och icke linjär regression*

En enkel linjär regression används för att beskriva sambandet mellan två variabler. Den ena variabeln är beroende (Y) och den andra variabeln är oberoende (X). Utifrån ett lantbruksperspektiv skulle en regression kunna beskriva hur bränsleförbrukningen påverkas av traktorns hastighet. I detta fall blir bränsleförbrukningen den beroende variabeln (Y) och traktorns hastighet den oberoende variabeln (X). Till skillnad från en enkel linjär regression innebär en icke linjär regression att relationen mellan den beroende variabel och de oberoende variablerna inte har ett linjärt samband. (Yan, 2009). *Ekvation 1* beskriver hur en enkel linjär regression uttrycks i matematiska termer. Variabellista för *ekvation 1* finnes i figur 4.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon_i$$

*Ekvation 1*

Y = Beroende variabel  
 $\beta_0$  = Regressionslinjens intercept  
 $\beta_1$  = Regressionslinjens lutning för  $X_1$   
 $\varepsilon_i$  = Modellens felterm

**Figur 4. Variabellista för *ekvation 1*.**

### *Multipel linjär regression*

Multipel regression är en linjär regressionsmodell med en beroende variabel och en eller flera oberoende variabler. En multipel regression kan till exempel användas för att studera hur proteinhalten påverkas av skördenivån och antalet soltimmar. Där proteinhalten är den beroende (Y) och de oberoende variablerna är skördenivån ( $X_1$ ) och antalet soltimmar ( $X_2$ ). (Yan, 2009). *Ekvation 2* beskriver hur multipel regression uttrycks matematiskt. Variabellista för *ekvation 2* finnes i figur 5.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon_i$$

*Ekvation 2*

Y = Beroende variabel  
 $\beta_0$  = Regressionslinjens intercept  
 $\beta_1$  = Regressionslinjens lutning för  $X_1$   
 $\beta_p$  = Regressionslinjens lutning för  $X_p$   
 $\varepsilon_i$  = Modellens felterm

**Figur 5. Variabellista för *ekvation 2*.**

En regressionsanalys kommer att genomföras för att studera sambandet mellan en oberoende variabel och ett flertal beroende variabler. Regressionsanalysen kommer kunna visa om de oberoende variablerna påverkar den beroende variabeln. Uppsatsen kommer endast att beröra en multipel linjär regression med fler än två oberoende variabler. Syftet med att genomföra en multipel linjär regression är att se sambandet mellan skörd per hektar, kvävegivans storlek och antalet kvävegivor som påverkar proteinhalten. Denna information kommer att ligga till grund för uppsatsens kalkyler för de fiktiva typgårdarnas beräknade proteinhalt.

I detta kapitel, kapitel 3, har uppsatsens ”teoretiska verktygslåda” presenterats och en sammanställning av uppsatsens ramverk har redogjorts. I nästa kapitel, kapitel 4, ges en redogörelse om uppsatsens metodologiska val och tillvägagångssätt.

## 4 Tillvägagångssätt

*I följande kapitel redogörs studiens metodologiska val, forskningsstrategi- och design. Sedan följer en redovisning av utformandet av de fiktiva typgårdarna och uppsatsens beräkningsmodell. Sist i detta kapitel diskuteras det metodologiska valet och informationsinsamlingen.*

### 4.1 Metod

Studien använder sig av ett kvantitativt tillvägagångssätt där betoningen ligger på att kvantifiera insamlad data för analys. Den kvantitativa strategin har ett deduktivt synsätt vid förhållandet mellan teori och praktisk forskning. Enligt Bryman och Bell (2013) ligger tyngden i den kvantitativa forskningen på att pröva teorier, det vill säga att teorin styr forskningen. Studiens kvantitativa del består av beräkningsmodeller samt en bearbetning av data från fältförsök utförda av Hushållningssällskapet. Dessa fältförsök ligger till grund för studiens regressionsanalys. En kvantitativ studie är erforderlig för att kunna utföra beräkningar av de fiktiva typgårdarna som ligger till grund för den empiriska datan. Uppsatsen är av jämförande design, där de konstruerade fiktiva typgårdarna jämförs för att vidare kunna analysera dess resultat. En komparativ design kan både användas för kvantitativa- och kvalitativa forskningsstudier. Målet med en jämförande design är att förklara skillnader och likheter mellan olika fall. (Bryman & Bell, 2013)

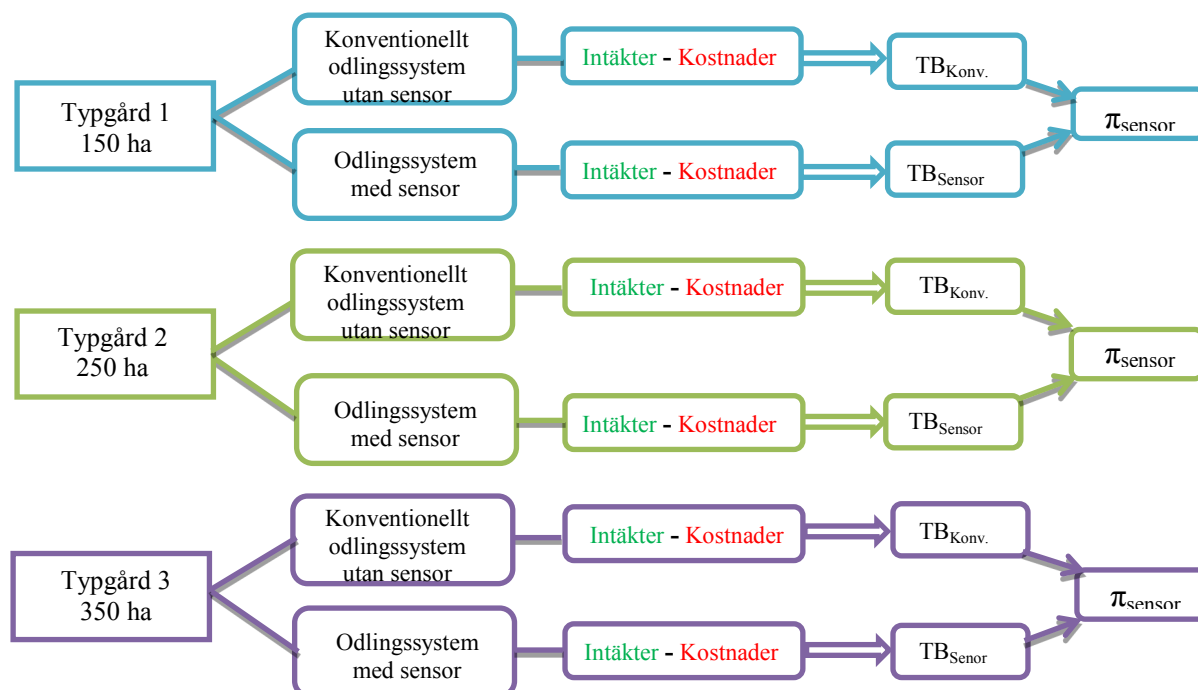
I kvantitativa studier är forskaren ofta intresserad av att kunna ange i vilken grad de framtagna resultaten av en urvalsgrupp kan generaliseras till andra grupper och situationer. Om en undersökning utförs med ett visst antal personer vill forskaren gärna generalisera dessa resultat även för andra personer. (Bryman & Bell, 2013). Generaliserbarheten för denna uppsats är något begränsad då de fiktiva gårdarna är begränsade till ett specifikt geografiskt område. Flera variabler i utformandet av typgårdarna är förenklade och bygger på ett genomsnitt för GNS området. Detta ger att generaliserbarheten är begränsad då de fiktiva typgårdarna endast ser till vissa avgränsade faktorer och inte till helheten. De matematiska beräkningar som ligger till grund till de fiktiva typgårdarna är tillämpbara. Variablerna är utbytbara och kan ersättas med variabler som är mer relevanta för en specifik gård.

Inom den kvantitativa strategin är det viktigt att kunna redogöra för studiens reliabilitet och validitet. Reliabilitet, tillförlitlighet, ser till hur pass pålitliga studiens mätningar faktiskt är. Reliabilitetsmått kan studeras genom att en mätning utförs flera gånger. Genom upprepade mätningar kan det utsagas vidare om resultatet skiljer sig från de olika mätningarna. Validiteten redogör för huruvida ett mått på ett begrepp faktiskt mäter begreppet som är avsikten med studien. (Bryman & Bell, 2013)

### 4.2 Fiktiva typgårdar

Tre typgårdar har konstruerats för denna uppsats. Typgårdarnas bruksarealer är uppskattade och uppgår till 150, 250 respektive 350 hektar med likvärdig jordart och avkastningsförmåga. De valda bruksarealerna är representativa för det avgränsade GNS området (pers. med. Lindgren, 2014). För varje typgård formuleras två scenarion, se figur 6. Scenario 1 innebär ett konventionellt odlingssystem utan kvävesensor som ger täckningsbidrag  $TB_{Konv.}$ . Scenario 2 avser ett odlingssystem med kvävesensor som ger täckningsbidrag  $TB_{Sensor.}$ . Scenario 2 kommer även behandla en skördeökning om 3,1 procent, baserat på tidigare forskning. I studien beräknas täckningsbidraget per hektar för samtliga typgårdars scenarier. Täckningsbi-

drag grundas på intäkter, försäljning av spannmål och möjligt proteintillägg, minus kostnader baserade på egenarbetade modeller för maskin- och arbetskostnader. En jämförelse av typgårdarnas täckningsbidrag, för de två scenarierna, ger differensen  $\pi_{\text{Sensor}}$ . Differensen ställs i relation till hur mycket skördeavkastningen måste öka för att nå en break-even (nollpunkten), vilket betyder att kostnaderna är lika stora som intäkterna.



**Figur 6. Redogörelse av uppsatsens tillvägagångsätt. (Egen bearbetning, 2014).**

Täckningsbidraget beräknas med hjälp av data från Agriwise databok (2014), maskinkostnader (2013) och aktuella priser för avsalupriser och handelsgödsel från Lantmännen. Maskinkostnaderna beräknades med avseende på underhållskostnad enligt ASABE standards (2011) och bränslekostnad. Förutsättningarna för scenario 1 och 2 är den samma förutom kostnaden för kvävesensorn. Den enda intäktskällan som beaktas är kvantiteten såld höstvet samt ett pristillägg i form av ett proteintillägg. Kostnadsposterna som ses till är insatsvaran kväve, maskinkostnad och arbetskostnad.

I uppsatsen kommer en jämförelse av typgårdarnas differenser, innan respektive efter införandet av en kvävesensor, att göras. Detta för att kunna analysera huruvida lönsamheten förändras i och med investeringen.

### 4.3 Beräkningsmodell

Uppsatsens tre fiktiva typgårdar utgör grunden för det empiriska materialet, för att kunna ta fram detta material behövs denna beräkningsmodell. För att beräkna kvävesensorteknikens lönsamhet används kriteriefunktionen *ekvation 5*, se nedan. Beräkningar av täckningsbidraget per hektar för ett konventionellt odlingssystem utan sensor, *ekvation 3*, samt för ett odlingssystem med sensor, *ekvation 4*, ligger till grund för beräkningen av *ekvation 5*. Täckningsbidragen tar hänsyn till intäkter minus kostnader. Intäkten är i form av avsalupris för höstvetete multiplicerat med skördeavkastning och eventuellt proteintillägg. Kostnaderna är hänfödda till summan av kvävegödsel-, maskin-, arbets- och drivmedelskostnad. Variabellista för *ekvationer 3-5* finnes i figur 7.

$$TB_{Konv.} = P_x \times SK + PR_{tillagg} - \sum \left( P_y \times N + \frac{MK_T}{ha} + \frac{ARB_{Kost.}}{ha} \right) \quad \text{Ekvation 3}$$

$$TB_{Sensor} = P_x \times SK + PR_{tillagg} - \sum \left( P_y \times N + \frac{MK_T}{ha} + \frac{ARB_{Kost.}}{ha} \right) \quad \text{Ekvation 4}$$

$$\pi_{Sensor} = \sum(TB_{Sensor} \times ha) - \sum(TB_{Konv.} \times ha) \quad \text{Ekvation 5}$$

|  |
|--|
| $P_x$ = Avsalupris i kronor                                      |
| $SK$ = Skördeavkastning i kg per ha                              |
| $PR_{tillagg}$ = Pris för proteintillägg i kronor per ton        |
| $P_y$ = Pris för insatsvara i kronor                             |
| $N$ = Insatsvara kväve i kg per ha                               |
| $MK_T$ = Total maskinkostnad ink. drivmedelskostnad i kronor     |
| $ARB_{Kost.}$ = Arbetskostnad i kronor                           |
| $ha$ = Hektar  |
| $TB_{konv.}$ = Täckningsbidrag vid konventionell odling i kronor |
| $TB_{Sensor}$ = Täckningsbidrag vid kvävesensor teknik i kronor  |
| $\pi_{Sensor}$ = Differens i kronor                              |

**Figur 7. Variabellista för *ekvation 3 till 5*. (Egen bearbetning, 2014).**

För dessa ovanstående kriteriefunktioner ligger ytterligare beräkningar till grund. Dessa beräkningsekvationer presenteras i nästkommande avsnitt.



### 4.3.1 Maskin-och arbetskostnad

De maskiner som studien använder sig av är baserade på Agriwise databok (2014) föreslagna basmaskinparker. En traktor om 100 kilo watt och en buren 24 meters konstgödselspridare anses vara rimligt för brukning på samtliga av de tre fiktiva typgårdarna. (pers. med. Lindgren, 2014)

Beräkningar av typgårdarnas maskin-, drivmedel- och arbetskostnad ligger till grund för de empiriska resultaten i kapitel 5. För detaljerade beräkningar se bilaga 1. För beräkningar av maskin-, drivmedel- och arbetskostnad utgör följande sju punkter grunden:

#### 1. Återanskaffningsvärde

De återanskaffningsvärden som ligger till grund för beräkningarna är uppskattade med hjälp av maskinkostnadskatalogen utgiven av Hushållningssällskapet (2013). Ett återanskaffningsvärde syftar till att peka på det pris som en maskin med samma standard kan köpas för i dagsläget (Axenbom et.al., 1988). Återanskaffningsvärdet används för beräkning av nuvärdet samt underhållskostnaden för traktor, konstgödselspridare samt kvävesensor.

#### 2. Nuvärde

Nuvärdet anger vad en investering ponerade framtida in- och utbetalningar är värda vid investeringstillfället. Nuvärdesfaktorn eller diskonteringsfaktorn används för att räkna om framtida betalningar till investeringstidpunkten. (Greve, 2009)

Restvärdet är utrangeringsvärdet i slutet av den ekonomiska livslängden (Greve, 2009). Restvärdet för typgårdarnas maskinparker baseras på Axenboms "Handla med beräkning" (1988). Traktorns restvärde uppgår till 33 procent av återanskaffningsvärdet och konstgödselspridaren till 28 procent av återanskaffningsvärdet (Internet, Agriwise databok 2014). Inget restvärde har beräknats för kvävesensorn. En generell avskrivningstid på 12 år används för samtliga maskiner (maskinkostnader, 2013). Kalkylräntan som används för beräkningarna uppgår till 7 procent.

Nuvärdet beräknas enligt *ekvation 6*. Restvärdet diskonteras till ett nuvärde för att sedan subtraheras från de diskonterade utbetalningarna, i detta fall de årliga underhållskostnaderna, som i sin tur subtraheras från återanskaffningsvärdet. Variabellista för *ekvation 6* finnes i figur 8.

$$NV = -\text{\AA}V + \frac{RV}{(1+r)^n} - UH_{Kost.} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{r*(1+r)^n} \right) \quad \text{Ekvation 6}$$

|  |
|--|
| NV = Nuvärde   |
| \text{\AA}V = Återanskaffningsvärdet i kronor          |
| RV = Restvärde i kronor                                |
| UH <sub>Kost.</sub> = Årlig underhållskostnad i kronor |
| r = Kalkylränta  |
| n = Kalkyltid i år                                     |

**Figur 8. Variabellista för *ekvation 6*. (Egen bearbetning, 2014).**

### 3. Annuitetsfaktor

Annuitetsfaktorn beräknas enligt *ekvation 7* där kalkylräntan divideras med diskonteringsfaktorn. Diskonteringsfaktorn tar hänsyn till kalkylräntan, om 7 procent, och avskrivningsperioden, om 12 år. (Greve 2009). För beräkning av kapitalkostnaden multipliceras annuitetsfaktorn med nuvärdet. Kapitalkostnaden ingår i beräkningen av den totala maskinkostnaden se *ekvation 9*. Variabellista för *ekvation 7* finnes i figur 9.

$$AF = \frac{r}{1-(1+r)^{-n}} \quad \text{Ekvation 7}$$

AF = Annuitetsfaktor  
r = Kalkylränta  
n = Kalkyltid i år

**Figur 9. Variabellista för *ekvation 7*. (Egen bearbetning, 2014).**

### 4. Årlig användning

Den årliga användningen för traktorn baseras på vilka arbetsmoment som lämpligen kan utföras av en traktor med 100 kilo watt (se bilaga 2). Genom kapacitetsmått från maskinkostnader (2013) och antalet överfarter beroende på redskap har den årliga användningen för traktorn och konstgödselspridaren beräknats. Utifrån ASABE Standards (2011) och den årliga användningen beräknas den årliga underhållskostnaden samt den tekniska livslängden. En restriktion har satts för den tekniska livslängden till maximalt 25 år (Internet, Agriwise databok 2014). För mer information om beräkningar av den årliga användningen, underhållskostnaden samt den tekniska livslängden se bilaga 3.

### 5. Underhållskostnad

Den årliga underhållskostnaden beräknas enligt *ekvation 8* med reparationsfaktorer 1 och 2 från ASABE Standards (2011), återanskaffningsvärdet och maskinens tekniska livslängd om maximalt 25 år. För detaljerade beräkningar av underhållskostnader. Variabellista för *ekvation 8* finnes i figur 10.

$$UH_{Kost.} = \frac{RF1 * \text{ÅV} * \left( \frac{\text{ÅA} * TL}{1000} \right)^{RF2}}{TL} \quad \text{Ekvation 8}$$

UH<sub>Kost.</sub> = Årlig underhållskostnad i kronor  
RF1 = Reparationsfaktor 1  
RF2 = Reparationsfaktor 2  
ÅV = Återanskaffningsvärde i kronor  
ÅA = Årlig användning i timmar  
TL = Teknisk livslängd i år

**Figur 10. Variabellista för *ekvation 8*. (Egen bearbetning, 2014).**

## 6. Drivmedelskostnad

Drivmedelsåtgången för traktorn baseras på dess motoreffekt och har beräknats för en normal belastning utifrån maskinkostnadskatalogen utgiven av Hushållningssällskapet (2013). Priset för drivmedlet, inklusive återbetalad koldioxidskatt, uppgår till 10 kronor liter för samtliga beräkningar av drivmedelskostnaden. (Maskinkostnader, 2013). För beräkningar se bilaga 1.

Den totala maskinkostnaden är summan av kapital-, underhåll- och drivmedelskostnad. Totala maskinkostnaden beräknas enligt *ekvation 9*. Variabellista för *ekvation 9* finnes i figur 11.

$$MK_T = \sum_{t=0}^T [\dot{A}V_0 - RV_T(1+r)^{-T}] \times AF + UH_{Kost.} + D_{Kost.} \quad \text{Ekvation 9}$$

|   |
|---|
| $MK_T$ = Årlig maskinkostnad i kronor           |
| $\dot{A}V$ = Återanskaffningsvärde i kronor     |
| $RV$ = Restvärde i kronor                       |
| $AF$ = Annuitetsfaktor                          |
| $UH_{Kost.}$ = Årlig underhållskostnad i kronor |
| $D_{Kost.}$ = Drivmedelskostnad i kronor        |

Figur 11. Variabellista för *ekvation 9*. (Egen bearbetning, 2014).

## 7. Arbetskostnad

Arbetskostnaden för traktor och konstgödselspridare har beräknats för respektive typgårds storlek. Kostnaderna för körningen inkluderar förare, bränsle och maskin. Timkostnaderna baseras på medeltung körning. (Maskinkostnader, 2013)

I detta avsnitt har uppsatsens beräkningsmodell redovisats. I kommande avsnitt redogörs sammanställningen av fältförsök som vi har utfört.

## 4.4 Sammanställning av fältförsök

I uppsatsen har en sammanställning utifrån data från fältförsök utförda av Hushållningssällskapen genomförts, där den genomsnittliga skördeavkastningen respektive proteinhalten beräknats (pers. med Krijger, 2014). Fältförsöken från Hushållningssällskapen är utförda i Mellansverige under perioden 2007-2009. Fältförsökens syfte var att utmäta markens kväveleverande förmåga i höstvet under olika odlingsförutsättningar samt att studera dess påverkan på optimal kvävegiva. Kvävegivan som gavs varierade från 0-240 kg/ha och delades upp i 0-3 givor. Varje försök är identiska till odlingsmässigt men har dock olika förutsättning i jordart i och med försökens olika geografiska lägen. (PM till fältförsök Plannummer M3-2278, M3-2278B och M3-2278C). Syftet med att utföra sammanställningen av fältförsöken är att se huruvida proteinhalten och skördeavkastningen kan komma att påverka lantbrukarens intäkter. Dessa intäkter är i form av ökad kvantitet för avsalu och hur proteinhalten påverkar eventuellt pristillägg.

I uppsatsen har tolv fältförsök i Mellansverige sammanställts för varter å, vilket innebär att totalt 36 fältförsök har sammanställts för perioden 2007-2009. Varje fältförsök innehåller sju led (A-G) med fyra repetitioner. I varje led bokstav ges en varierande kvävegiva och antal givor varierar. A-rutan är en nollruta, vilket innebär att inget kväve har tillförts i denna ruta. I B-rutan har en kvävegiva om 40 kilo per hektar lagts hänfört till en giva. I C-rutan har en kvävegiva om 80 kilo per hektar givits hänfört till två lika fördelade givor (40-40). En kvävegiva om 120 kilo per hektar har delats i två givor (40-80) i ruta D. I E-rutan lades en kvävegiva om

160 kilo per hektar hänfört till två givor (40-120). En giva om 200 kilo per hektar lades i ruta F hänfört till två givor (40-160). Den sista rutan det vill säga G-rutan har en kvävegiva om 240 kilo per hektar givits hänfört till två givor (40-200). Utifrån detta underlag har vi sammanställt varje rutnummers genomsnittliga skördeavkastning respektive proteinhalt för varje år. Det vill säga ett genomsnitt har beräknats för 2007 års samtliga A-rutor samt ett genomsnitt för 2007 års samtliga B-rutor och så vidare. Fältförsöksresultaten ligger till grund för uppsatsens regressionsanalys som presenteras nedan.

#### 4.4.2 Multipel regressionsanalys av fältförsök

En multipel regression beskriver hur en beroende variabel påverkas av två eller flera oberoende variabler. Denna analys utförs för att estimerar ett värde av den beroende variabeln baserat på de kända oberoende variablerna. (Allan et al. 2013). För att genomföra regressionsanalysen har statistik dataprogrammet Minitab använts. Regressionsanalysens generella funktion ställs upp likt *ekvation 10*. Variabellista för *ekvation 10* finnes i figur 12.

Ekvationen se ut som följande:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times X_1 + \beta_2 \times X_2 + \beta_3 \times X_3 + \beta_4 \times X_4 \quad \text{Ekvation 10}$$

Y = Beroende variabel  
 $\beta_0$  = Regressionslinjens intercept  
 $X_1, X_2, X_3, X_4$  = Oberoende variabler  
 $\beta_1$  = Lutningen på regressionslinjen för  $X_1$   
 $\beta_2$  = Lutningen på regressionslinjen för  $X_2$   
 $\beta_3$  = Lutningen på regressionslinjen för  $X_3$   
 $\beta_4$  = Lutningen på regressionslinjen för  $X_4$

**Figur 12. Variabellista för *ekvation 10*. (Egen bearbetning, 2014).**

Studiens beroende variabel (Y) är proteinhalt och de oberoende variablerna utgörs av; skörd per hektar ( $X_1$ ), kväve per hektar ( $X_2$ ), antal kvävegivor ( $X_3$ ) samt procentuell andel av total givan som ges i andragivan ( $X_4$ ). Se *ekvation 9* för studiens modell. Variabellista för *ekvation 11* finnes i figur 13.

Studiens ekvation ser ut som följande:

$$PR_{Halt} = a + B \times SK + C \times N_{Tot.} + D \times N_{Antal} + E \times N_{Andel andragiva} \quad \text{Ekvation 11}$$

$PR_{Halt}$  = Proteinhalt i procent  
a = Regressionslinjens intercept  
B = Lutningen på regressionslinjen för SK  
SK = Skördeavkastning i kg per ha  
C = Lutningen på regressionslinjen för N  
 $N_{Tot.}$  = Total kvävegiva i kg per ha  
D = Lutningen på regressionslinjen för  $N_{Antal}$   
 $N_{Antal}$  = Antal kvävegivor  
E = Lutningen på regressionslinjen för  $N_{Andel andragiva}$   
 $N_{Andel andragiva}$  = Procentuell andel av totalgiva för andragivan

**Figur 13. Variabellista för *ekvation 11*. (Egen bearbetning, 2014).**

## 4.5 Metoddiskussion

Uppsatsen följer en kvantitativ strategi, detta val gjordes för att kunna processera och analysera numerisk data. Strategin kändes mest lämplig för denna studie, där grunden i det empiriska datat ligger i beräkningar och kalkyler för de tre fiktiva typgårdarna. En kvalitativ studie hade varit möjlig. Studiens fokus hade då legat vid att få en djupare förståelse om problemet, detta skulle kunna genomförts med hjälp av intervjuer. En nackdel med användandet av en kvantitativ strategi är att den djupare förståelse om studiens problem inte uppnås. Vid kvantitativ forskning skall forskaren och studien vara objektiv, detta kan vara svårt att uppnå fullt ut.

De källor som används i uppsatsen är både primära och sekundära. De primära källorna är i form av samtal med kompetenta personer som innehar stor kunskap inom ämnet. De sekundära källorna är i form av litteratur och publicerade artiklar. Informationen som har legat till grund för uppsatsen är tidigare studier, i form av artiklar, som berört ämnet. Denna information är hämtad från databaser likt Web of Science, där sökord som bland annat nitrogen sensor, N-sensor och increased yield har använts. Litteratur inom företagsekonomi och växtodling har även använts. För att komplettera och verifiera uppgifter från databaser så som Agriwise och allmänna prisuppgifter har kontakt med Lovangruppen och Lantmännen legat till grund.

De tre fiktiva typgårdar som har konstruerats för uppsatsen är generaliserade och kan skilja sig från verkligheten. Gårdarna har konstruerats för att kunna jämföra intäkter och kostnader vid olika bruksarealer detta i syfte att finna skillnader mellan gårdarna. I uppsatsen har det antagits att gårdarna har samma maskinuppsättningar, vilket kan ge en skev bild. Maskinuppsättningen på en gård kan skilja sig mycket, detta beroende på bland annat bruksareal, ekonomiska förutsättningar och produktionsinriktning. Beräkningarna av arbets-, drivmedel respektive maskinkostnaderna kan skilja sig från verkligheten, detta på grund av att varje lantbruk har olika förutsättningar. De kalkyler som är baserade på de fiktiva gårdarnas förutsättningar är tillämpliga då variablerna är utbytbara och kan ersättas. Detta gör att enskilda lantbruksföretag kan använda sig av dessa kalkyler och beräkna lönsamhet för just deras företag.

Sammanställningen av fältförsöken från Hushållningssällskapet och regressionsanalysen kan ge en skev bild i och med att det finns även andra faktorer som påverkar proteinhalten än de variabler som studerats i denna uppsats. För att stärka resultaten ytterligare skulle en tänkbar variabel att studera ha varit hur proteinhalten påverkas av väderförhållandena. Regressionsanalysen är baserad på data från fältförsök under en period om endast tre år. Detta är givetvis en svaghet att datan endast kommer från en kort period. En regressionsanalys som är baserad på försök under endast tre år är för lite för att kunna generaliseras. För att förstärka regressionsanalysens resultat krävs att ett större underlag av data för att kunna generalisera och få en mer rättvisande bild av verkligheten. Svagheten med att använda sig av data material från ”små” fältförsök är att de ger en högre avkastning än vad den hade på ett ”stort” fält. Detta är också givetvis en svaghet att fältförsöken inte blir lika representativa att applicera på verkligheten.

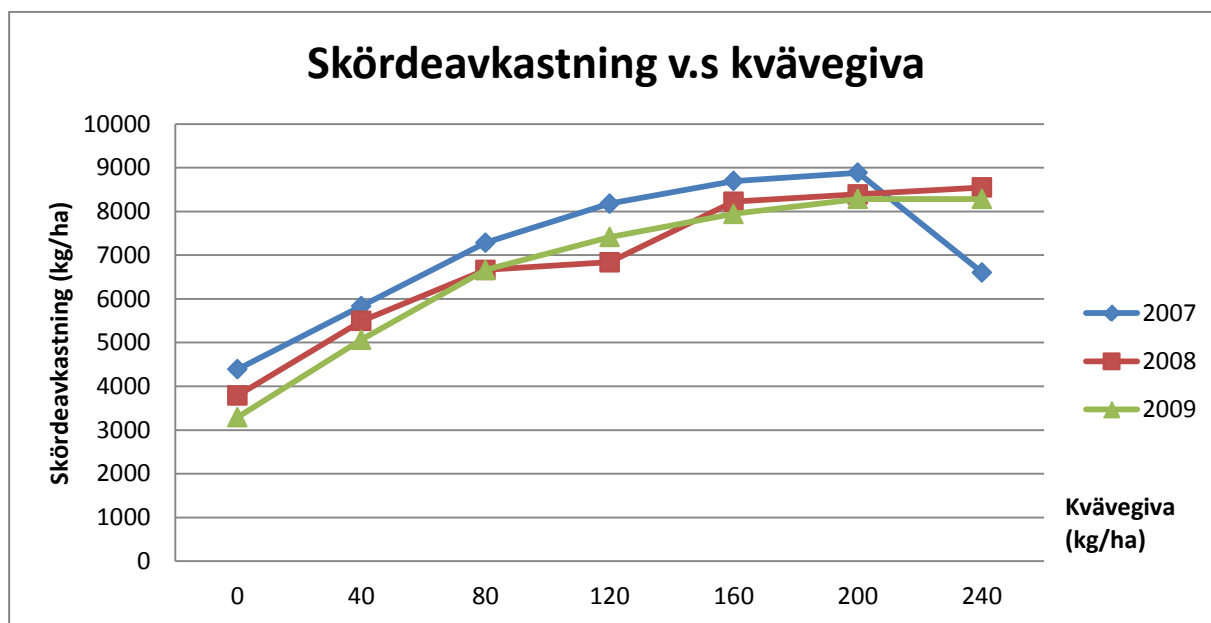
I detta kapitel har uppsatsens metodologiska val presenterats och diskuterats. Vidare har utformandet av de fiktiva typgårdarna förklarats, beräkningsmodellen har redogjorts och sammanställningen av fältförsök från Hushållningssällskapet presenterats. I ovanstående kapitel har även uppsatsens regressionsanalys presenterats. I nästkommande kapitel 5 presenteras de empiriska resultaten.

## 5 Empiriska resultat

I följande kapitel redogörs resultaten från sammanställningen av fältförsöken samt den genomförda multipla regressionsanalysen. Därefter presenteras resultaten för vardera fiktiv typgård i var sitt avsnitt. Resultaten från typgårdarna är presenterade per hektar. Sedan presenteras en känslighetsanalys av osäkra variabler i de genomförda kalkylerna. Avslutningsvis i detta kapitel återfinns en sammanfattning över de empiriska resultaten.

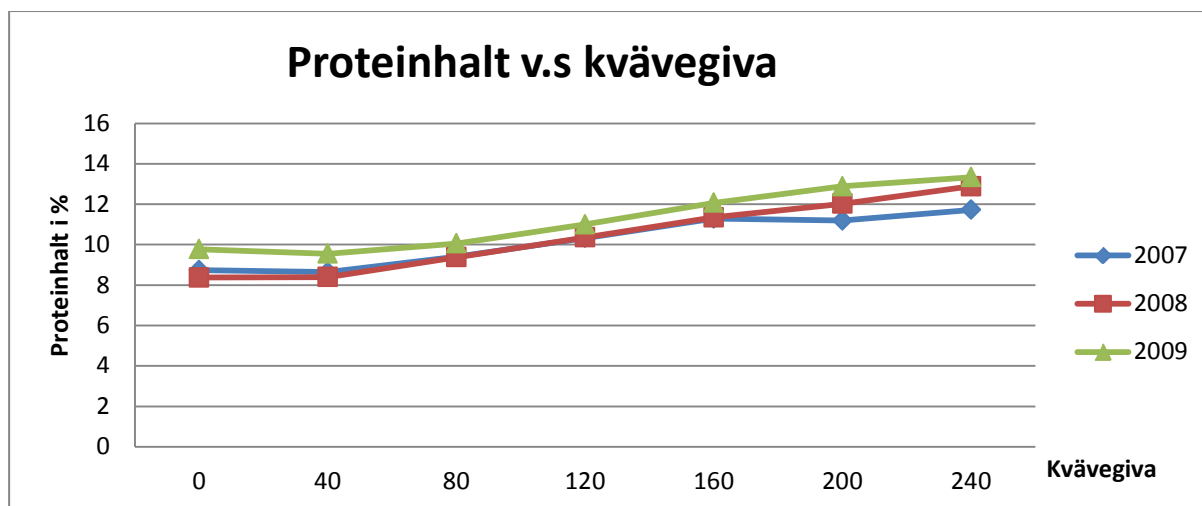
### 5.1 Resultat av sammanställda fältförsök

I figur 14 presenteras en sammanställning av den genomsnittliga skördeavkastningen av fältförsök som beräknats för åren 2007-2009 baserat på data från Hushållningssällskapet. Figuren visar på hur den genomsnittliga skördeavkastningen varierar beroende på kvävegiva och antalet lagda kvävegivor under perioden. Det kan utläsas i figur 14 att skördeavkastningen har en tillväxt fram till en kvävegiva om ca 80 kilo per hektar för samtliga år (2007-2009). Därefter ökar skördeavkastningen stadigt men inte linjärt fram till en kvävegiva om 180-200 kilo per hektar för samtliga år. Det vill säga för varje ökad kväveenhet fram till ca 200 kilo per hektar får lantbrukaren en ökad nytta i form av ökad avkastning. Därefter avtar skördeavkastningen, vilket innebär att en ökad kvävegiva inte genererar en högre avkastning. Marginalnyttan är inte tillräckligt stor för varje ytterligare kväveenhet. En kvävegiva större än 200 kilo per hektar eller mer kommer inte ge lantbrukaren någon nytta. Enligt figur 14 visar det sig vara mest ekonomiskt optimalt att lägga en kvävegiva om ca 160 kilo per hektar. Det skall även tilläggas att den genomsnittliga skördeavkastningen för hela Mellansverige innefattar olika geografiska områden som skapar olika odlingsförutsättningar och årsmån vilket i sin tur påverkar resultaten.



Figur 14. Genomsnittlig skördeavkastning beroende på kvävegiva och antalet lagda kvävegivor. (Egen bearbetning, 2014).

Utifrån fältförsöksunderlaget från Hushållningssällskapen har även en sammanställning bearbetats givet hur den genomsnittliga proteinhalten påverkas av kvävegiva och antalet kvävegivor. Sammanställningen är baserad på liknande sätt som tidigare beräkningar för genomsnittlig skördeavkastning. Detta innebär att ett genomsnitt för proteinhalten i samtliga A-rutor för år 2007 har beräknats, beräkning av genomsnitt för samtliga A-rutor för år 2008 och så vidare. Resultaten har sammanställts i figur 15. Utifrån figur 15 kan det utläsas att proteinhalten ökar relativt proportionellt i förhållande till ökad kvävegiva. Proteinhalten tillväxer i stort sätt ända fram till en kvävegiva om 240 kilo per hektar. År 2007 avtar proteinhalten något mellan 160-200 kilo kväve per hektar men tilltar sedan igen vid en kvävegiva om 240 kilo per hektar.



**Figur 15. Genomsnittlig proteinhalt beroende på kvävegiva och antalet lagda kvävegivor. (Egen bearbetning, 2014).**

Utifrån dessa resultat kan ett visst samband utläsas för hur skördeavkastningen och proteinhalten påverkas av kvävegiva och antalet kvävegivor. Sammanställningen i figur 14 visar på att en kvävegiva upp till ca 160 kilo per hektar genererar en ökad skördeavkastning, därefter avtar den. I figur 15 tenderar proteinhalten att öka relativt proportionellt ända fram till en kvävegiva om 200 kilo per hektar.

I detta avsnitt har resultaten från sammanställningen av fältförsök presenterats. I nästkommande avsnitt 5.2 presenteras regressionsanalysens resultat. Regressionsanalysen baseras utifrån den sammanställda datan från fältförsöken som behandlats i detta avsnitt.

## 5.2 Resultat av multipel regressionsanalys av fältförsök

Regressionsanalysens resultat visar på att proteinhalten minskar med ökad skördeavkastning och antalet kvävegivor. Däremot påverkas proteinhalten positivt av mängden kväve och den procentuella mängden kväve i andragivan. Se *ekvation 12* för regressionens ekvation. Variabellista för *ekvation 12* finnes i figur 16.

$$PR_{Halt} = 9,81 - 0,000215 \times SK + 0,0199 \times N_{Tot.} - 0,603 \times N_{Antal} + 1,93 \times N_{Andra\ giva}$$

*Ekvation 12*

|                        |   |
|------------------------|---|
| $PR_{Halt}$            | = Proteinhalt i procent                         |
| $SK$                   | = Skördeavkastning i kg per ha                  |
| $N_{Tot.}$             | = Total kvävegiva i kg per ha                   |
| $N_{Antal}$            | = Antal kvävegivor                              |
| $N_{Andel\ andragiva}$ | = Procentuell andel av totalgiva för andragivan |

**Figur 16. Variabellista för *ekvation 12*.**

Utifrån regressionsanalysens ekvation beräknas typgårdarnas förväntade proteinhalt givet de antagna variablerna. De antagna variablerna; skördeavkastning 6500 kilo per hektar, total kvävegiva 150 kilo per hektar som ges i två givor och 47 procent av den totala givan ges i andra givan. Kvävegivan om 150 kilo per hektar är baserad på ett medelvärde för GNS området hämtat från Agriwise databok (2014). Andra givan om 47 procent av totalgivan motsvarar 70 kilo per hektar, läggs innan stråskjutning. (Internet, Agriwise, 2014)

Enligt analysens ekvation resulterar detta i en proteinhalt om 11,0986 procent, se beräkning enligt *ekvation 13*.

Enligt Lantmännens kvalitetsreglering (2014), för höstveten erhålls ett pristillägg i form av proteintillägg då proteinhalten överstiger 11,5 procent. Om proteinhalten understiger 11 procent erhålls ett prisavdrag. Enligt denna analys innebär detta att typgårdarna inte erhåller något pristillägg då analysens proteinhalt inte överstiger 11,5 procent. Se *ekvation 13*.

$$PR_{Halt} = 9,81 - 0,000215 \times 6500 + 0,0199 \times 150 - 0,603 \times 2 + 1,93 \times 0,47$$

$$PR_{Halt} = 11,0986$$

*Ekvation 13*

I detta avsnitt har proteinhalten beräknats utifrån en regressionsanalys vilket resulterade i proteinhalt om 11,0986 procent. Proteinhalten värde resulterade i att lantbrukaren inte kommer att få ett pristillägg i form av proteintillägg. Den framräknade proteinhalten ligger till grund för beräkningarna för de tre fiktiva typgårdarna som presenteras i avsnitt 5.3.



## 5.3 Typgårdar

De följande resultaten baseras på beräkningsmodellen som presenterades i avsnitt 4.3 och 4.3.1. Två scenarier beräknas på vardera typgård. Scenario 1 innebär ett konventionellt odlingssystem utan kvävesensor. Scenario 2 gäller ett odlingssystem med kvävesensor. Scenario 2 beaktar även en eventuell skördeökning om 3,1 procent. Denna eventuella skördeökning om 3,1 procent baseras på tidigare studier (pers. med Nissen, 2014). Beräkningarna baseras på en normal skördeavkastning om 6500 kilo per hektar samt en kvävegiva om 150 kilo per hektar. Avsalupriserna avser ett genomsnittligt pris av sammanställda pool 1 priser för höstvetete under perioden 2011 till 2013 (pers. med Olsson, 2014). Det genomsnittliga avsalupriset för höstvetete ger ett pris om 1,765 kronor per kilo. För insatsvaran kväve ämnas NS 27-4 Axan, aktuell prisinformation har hämtats från Lantmännen (pers. med Göransson, 2014). Insatsvaran NS 27-4 Axan gav ett pris om 2,96 kronor per kilo.

### 5.3.1 Typgård 1. 150 hektar

**Tabell 2. Sammanställning av resultat för typgård 1 givet odlingssystem med och utan kvävesensor.**

| <b>Typgård 1. 150 ha</b>              | Utan sensor | Med sensor  | Med sensor & skördeökning 3,1% |
|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| Avsalupris i kronor                   | 1,765       | 1,765       | 1,765                          |
| Skörd per ha                          | 6500        | 6500        | 6701,5                         |
| Proteintillägg                        | 0           | 0           | 0                              |
| Pris för insatsvara i kronor          | 2,96        | 2,96        | 2,96                           |
| Insatsvara kväve i kg per ha          | 150         | 150         | 150                            |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha | 996         | 1179        | 1179                           |
| Arbetskostnad per ha                  | 258         | 258         | 258                            |
| <b>TB:</b>                            | <b>9775</b> | <b>9591</b> | <b>9947</b>                    |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>        |             | <b>-183</b> | <b>172</b>                     |

I ovanstående tabell presenteras resultat av differensen,  $\pi$  sensor, mellan täckningsbidraget för odlingssystemet med kvävesensor,  $TB_{\text{Sensor}}$  och det konventionella odlingssystemet utan kvävesensor,  $TB_{\text{Konv}}$ . Beräkningarna i tabell 2 är i enlighet med ekvation 3-5. Normalskörden ligger på 6500 kilo per hektar. Avsalupriset, i tabell 2, avser ett genomsnittligt pris av sammanställda pool 1 priser. Typgård 1 erhåller inte något proteintillägg då proteinhalten understiger 11,5 procent, för beräkning se avsnitt 5.2. Insatsvaran som antas avses NS 27-4 Axan. Maskin- och arbetskostnad har beräknats utifrån en egenarbetad modell (se bilaga 1). Maskinkostnaden har stigit med 183 kronor per hektar i och med införandet av sensorn. Maskinkostnaden ger differensen mellan de två täckningsbidragen till vänster i tabell 2, då det övriga variablerna är lika för odlingssystemen. Resultatet av denna jämförelse visar att merkostnaden i och med investeringen i sensorn inte täcks om skördeökning inte erhålls.

I den högra kolumnen i tabell 2 har skördeavkastningen räknats upp med 3,1 procent, vilket ger en ökning om 201 kilo per hektar. Uppräkningen av skördeavkastningen är hänförd till tidigare studiers resultat som visar på en möjlig skördeökning om 0,8 till 3,1 procent (Söderström et al., 2004; Mayfield & Trengove, 2009; Nissen, 2014). Uppräkningen av skördeavkastningen ger en positiv differens om 172 kronor per hektar. Vid en ökning av skördeavkastningen resulterar detta i att merkostnaderna för investeringen täcks av den ökade intäkten i form av såld höstvetete.

**Tabell 3. Break-even beräkning för typgård 1.**

| <b>Typgård 1, Break-even</b> |                     |                         |                 |                                 |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------------|
| $\pi$ sensor                 | Avsalupris i kronor | Skördeökningsbehov i kg | Skörd kg per ha | Behov av skördeökning i procent |
| -183                         | 1,765               | 104                     | 6500            | <b>1,60%</b>                    |

I tabell 3 ovan finnes en break-even analys för typgård 1. Analysen visar att en skördeökning om 1,60 procent per hektar krävs för att nå break-even (nollpunkt). Överstiger skördeökningen med kvävesensor 1,60 procent uppstår en positiv differens mellan de två odlingssystemen. Som tidigare nämnts utsagar tidigare forskning en skördeökning vid användandet av kvävesensor på 0,8 till 3,1 procent. Break-evenanalysens nollpunkt ligger inom intervallet för skördeökningen som behövs för att täcka merkostnaderna i och med investeringen. Nollpunkten ligger under den beräknade skördeuppräknings i tabell 2, med 1,5 procent.

### 5.3.2 Typgård 2. 250 hektar

**Tabell 4. Sammanställning av resultat för typgård 2 per hektar, givet odlingssystem med och utan sensor.**

| <b>Typgård 2. 250 ha</b>              | Utan sensor  | Med sensor  | Med sensor & skördeökning 3,1% |
|---------------------------------------|--------------|-------------|--------------------------------|
| Avsalupris i kronor                   | 1,765        | 1,765       | 1,765                          |
| Skörd per ha                          | 6500         | 6500        | 6701                           |
| Proteintillägg                        | 0            | 0           | 0                              |
| Pris för insatsvara i kronor          | 2,96         | 2,96        | 2,96                           |
| Insatsvara kväve i kg per ha          | 150          | 150         | 150                            |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha | 762          | 872         | 872                            |
| Arbetskostnad per ha                  | 258          | 258         | 258                            |
| <b>TB:</b>                            | <b>10009</b> | <b>9899</b> | <b>10255</b>                   |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>        |              | <b>-110</b> | <b>246</b>                     |

I ovanstående tabell sammanställs resultatet av differensen för typgård 2 med samma upplägg som föregående typgård. Likt typgård 1 erhåller typgård 2 inget proteintillägg då proteinhalten understiger 11,5 procent (se avsnitt 5.2). Maskinkostnadsposten är den enda variabeln som inte är konstant mellan de två odlingssystemen, till vänster i tabell 4, där differensen uppkommer till negativt 110 kronor per hektar. Maskinkostnaden, för odlingssystemet med sensor, för typgård 2 minskar med 307 kronor per hektar gentemot typgård 1 på grund av ökad areal att belasta maskinkostnaden på. Givet denna negativa differens om 110 kronor per hektar täcks inte merkostnaderna i och med investeringen om inte intäkterna ökar.

Till höger i tabell 4 har en uppräknings av skördeavkastningen om 3,1 procent antagits, de andra variablerna är dem samma. Vid ökning av skördeavkastningen med 201 kilo per hektar ges en positiv differensen om 246 kronor per hektar. Detta resulterar i att merkostnaderna i och med investeringen kan täckas.

**Tabell 5. Break-even beräkning för typgård 2.**

| <b>Typgård 2, Break-even</b> |                     |                         |                 |                                 |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------------|
| $\pi$ sensor                 | Avsalupris i kronor | Skördeökningsbehov i kg | Skörd kg per ha | Behov av skördeökning i procent |
| -110                         | 1,765               | 62                      | 6500            | <b>0,96%</b>                    |

Ovanstående tabell visar en break-even analys för typgård 2. Analysen visar att skördeavkastningen måste öka med 0,96 procent för att break-even skall uppstå. Om skördeavkastningen vid kvävesensoranvändningen överstiger 0,96 procent uppstår en positiv differens. Skördeökningen om 0,96 procent ligger inom ramen för tidigare studiers resultat om skördeökning om 0,8 till 3,1 procent. Spannet mellan nollpunkten om 0,96 procent skördeökning och den antagna ökningen i tabell 4 är 2,14 procent. För typgård 2 är den behövda skördeökningen 0,64 procent lägre än för typgård 1. Detta erhålls genom den ökade arealen att belasta kostnaderna på.

### 5.3.3 Typgård 3. 350 hektar

**Tabell 6. Sammanställning av resultat för typgård 2 per hektar, givet odlingssystem med och utan sensor.**

| <b>Typgård 3. 350 ha</b>              | Utan sensor  | Med sensor   | Med sensor & skördeökning 3,1% |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| Avsalupris i kronor                   | 1,765        | 1,765        | 1,765                          |
| Skörd per ha                          | 6500         | 6500         | 6701,5                         |
| Proteintillägg                        | 0            | 0            | 0                              |
| Pris för insatsvara i kronor          | 2,96         | 2,96         | 2,96                           |
| Insatsvara kväve i kg per ha          | 150          | 150          | 150                            |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha | 645          | 724          | 724                            |
| Arbetskostnad per ha                  | 258          | 258          | 258                            |
| <b>TB:</b>                            | <b>10125</b> | <b>10046</b> | <b>10402</b>                   |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>        |              | <b>-79</b>   | <b>277</b>                     |

Tabell 6 visar en sammanställning av resultatet för differensen mellan täckningsbidrag för konventionellt odlingssystem med kvävesensor och utan kvävesensor. Som tidigare typgårdar erhåller inte typgård 3 något proteintillägg då proteinhalten understiger kvalitetsregleringen för proteintillägg (se avsnitt 4.1). Även i detta fall är det endast maskinkostnadsposten som är den varierande faktorn till vänster i tabell 6. Detta ger en negativ differens om 79 kronor per hektar. Maskinkostnaden för typgård 3 är lägst gentemot de två tidigare typgårdarna. Skillnaden mellan typgård 1 och typgård 3 maskinkostnader för odlingssystem med sensor är 455 kronor per hektar detta på grund av ökad areal att belasta kostnaden på.

Den negativa differensen om 79 kronor per hektar täcker inte kostnaden för investering i en sensor. Till höger i tabell 6 har en skördeökning om 3,1 procent antagits hänför till tidigare studiers resultat. Denna skördeökning ger en positiv differens om 277 kronor per hektar. Detta resultera i att skördeavkastningens ökning skulle täcka kostnaderna för investeringen.

**Tabell 7. Break-even beräkning för typgård 3.**

| <b>Typgård 3, Break-even</b> |                     |                          |                 |                                 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|---------------------------------|
| $\pi$ sensor                 | Avsalupris i kronor | Skördeöknings behov i kg | Skörd kg per ha | Behov av skördeökning i procent |
| -79                          | 1,765               | 45                       | 6500            | <b>0,68%</b>                    |

I tabell ovan finnes en break-even analys för typgård 3. Analysen visar att det krävs en skördeökning om 0,68 procent för att break-even skall uppstå. Detta innebär att en positiv differens vid användning av kvävesenor uppstår då skördeavkastningen överstiger en ökning 0,68 procent. 0,68 procent ligger väl inom intervallet för tidigare studiers resultat om ökad skördeavkastning. Givet antagandet i tabell 6 om en skördeökning om 3,1 procent ligger den be-

hövda skördeökningen hela 2,42 procent lägre vilket gör att differensen är stor mellan det behovet och det möjliga.

I ovanstående avsnitt har resultaten för de tre fiktiva typgårdarna presenterats. I nästa avsnitt 5.5 presenteras en känslighetsanalys detta för att analysera hur täckningsbidraget påverkas av avsalupriserna och proteinhalten.

## 5.5 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har utförts för att analysera huruvida avsalupriset och proteinhalten påverkar täckningsbidraget för de fiktiva typgårdarna. Känslighetsanalysen utförs för att undersöka effekterna på kalkylerna när avsalupriset förändras eller om ett proteintillägg tillkommer. Spannmålspriserna på världsmarknaden förändras ständigt och är en faktor lantbrukaren inte kan styra över. Lantbrukaren är oerhört beroende av vad som händer med priserna på världsmarknaden. Därav genomförs en känslighetsanalys över effekterna, på de fiktiva typgårdarna, när priset på höstvet höjs respektive sänks med 30 öre. Beräkningarnas grundförutsättningar är som tidigare presenterade i avsnitt 5.3.1 till 5.3.3. Där odlingssystemet med kvävesensor antar en skördeökning om 3,1 procent baserat på tidigare studier av Knud Nissen (2014). Se bilaga 4 för samtliga beräkningar gällande prisökning och minskning.

En känslighetsanalys kommer även göras givet ett proteintillägg för ett odlingssystem med kvävesensorteknik. Dessa beräkningar är grundade på tidigare forskning utförda av Mayfield & Trengove (2009) där kvävesensorteknik har visat en ökning av proteinhalten med 0,5 procent. Vilket ger ett proteintillägg för höstvet om 10 kr per ton. Se bilaga 5 för beräkningar.

### 5.5.1 Prisökning respektive prisminskning av avsalupriser för höstvet

Givet en ökning av avsalupriset om 30 öre per kilo beräknas differensen,  $\pi$  sensor, mellan täckningsbidraget för ett odlingssystem med kvävesensor,  $TB_{\text{Sensor}}$  och ett konventionellt odlingssystem utan kvävesensor,  $TB_{\text{Konv}}$ . För det konventionella odlingssystemet utan kvävesensor beräknas täckningsbidraget på en skördeavkastning om 6500 kilo per hektar. Beräkningarna av täckningsbidraget för ett odlingssystem med kvävesensorteknik är baserat på scenario 2 där en eventuell skördeökning om 3,1 procent antagits. Denna skördeökning om 3,1 procent motsvarar en skördeökning om ca 201 kilo per hektar. Detta innebär en skördeavkastning om 6701 kilo per hektar för ett odlingssystem med kvävesensor. För typgård 1 resulterade detta i en differens,  $\pi$  sensor, om 233 kr per hektar om avsalupriset på höstvet ökar med 30 öre per kilo. För typgård 2 fås en differens,  $\pi$  sensor, om 306 kronor per hektar vid en prisökning på höstvet. Likt typgård 1 och 2 resulterar typgård 3 i en positiv differens,  $\pi$  sensor, om 338 kronor per hektar. För samtliga typgårdar ger ett odlingssystem med kvävesensorteknik ett högre täckningsbidrag gentemot ett odlingssystem utan kvävesensorteknik. För de tre typgårdarna genererar en prisökning med 30 öre en ökad differens om 60 kronor per hektar för samtliga gårdar.

Likt känslighetsanalysen givet en prisökning på höstvet görs även en känslighetsanalys över effekterna på täckningsbidraget när priset på höstvet sjunker. För typgård 1 uppgår differensen,  $\pi$  sensor, till 112 kronor per hektar vid en prisminskning på höstvet. Typgård 2 och 3 alstrar en differens,  $\pi$  sensor, om 185 respektive 217 kronor per hektar vid en sänkning av avsalupriset. En prissänkning med 30 öre medför för samtliga gårdar en minskning av differensen, jämfört med utgångsläget, om 60 kronor per hektar. Trots en sänkning med 30 öre per kilo på höstvet erhålls en positiv differens för samtliga typgårdar. En sänkning av höstvet

om 30 öre påverkar inte kalkylen för ett odlingssystem med kvävesensorteknik tillräckligt negativt för att lantbrukaren bör överväga ett konventionellt odlingssystem utan kvävesensorteknik.

### 5.5.2 Proteintillägg

En känslighetsanalys givet förändring i proteinhalt har genomförts, där effekterna av ett proteintillägg om 10 kr per ton har granskats. Enligt tidigare forskning utförda av Mayfield & Trengove (2009) samt Link et al. (2002) har ett odlingssystem med kvävesensorteknik visat sig öka proteinhalten med 0,5 procent respektive 0,14 procent. Känslighetsanalysen baseras utifrån Mayfield & Trengove (2009) forskning där ett odlingssystem med kvävesensorteknik har en proteinökning om 0,5 procent. Det proteintillägg som tidigare har beräknats med hjälp av den multipla regressionen gav en proteinhalt om 11,0986 procent. Utifrån denna proteinhalt har en ökning om 0,5 procent antagits, vilket ger en ny proteinhalt om 11,5986 procent. Detta medför att proteinhalten överstiger kvalitetsregleringens gräns för proteintillägg om 10 kronor per ton för samtliga typgårdar med sensor. Det vill säga att samtliga typgårdar erhåller ett pristillägg, i form av ett proteintillägg, om 10 kronor per ton. Beräkningarna tar endast hänsyn till ett proteintillägg för scenario 2 med kvävesensor och en ökad skördeavkastning om 3,1 procent. Givet detta får samtliga typgård en ökad differens jämfört med utgångsscenario 1 om 67 kr per hektar.

## 5.6 Sammanfattning av empiriska resultat

Sammanställningen av fältförsöken visade på att skördeavkastningen växer linjärt med ökad kvävegiva fram till en kvävegiva om 80 kilo per hektar. Därefter har skördeavkastningen en stigande tillväxt, dock inte linjär, fram till en giva om 180-200 kg per hektar. Sammanställningen av fältförsöken visade på att ingen nytta erhöles av en kvävegiva större än 200 kilo per hektar. Utifrån data från fältförsöken har proteinhalten en proportionell tillväxt i förhållande till kvävegivan. Skördeavkastningen och proteinhalten påverkades av kvävegivans storlek och antalet kvävegivor. Regressionsanalysen av fältförsöken visade på att proteinhalten minskade med en ökad skördeavkastning och antalet kvävegivor. Proteinhalten påverkades däremot positivt av andragivans storlek och den totala mängden kväve.

Samtliga typgårdar visade på en negativ differens,  $\pi$  sensor, när den enda varierande faktor var maskinkostnaden och resterande variabler var konstanta. Detta tyder på ett behov av en intäktsökning. Break-even (nollpunkten) för typgård 1 visade på ett behov av en skördeökning om 1,60 procent för att nå en positiv differens. Typgård 2 och 3 visar ett behov av en skördeökning om 0,96 respektive 0,68 procent för att nå en positiv differens. Vid beräkningen av en ökad skördeavkastning om 3,1 procent påvisade samtliga gårdar en positiv differens.

Känslighetsanalysen för prisökning av avsalupriset för höstvetete visade på en positiv differens för samtliga typgårdar. Jämfört med utgångsläget, det vill säga differensen mellan ett system med kvävesensor samt antagen skördeökning om 3,1 procent och ett system utan kvävesensorteknik, får samtliga typgårdar en positiv ökning om 60 kronor per hektar. Känslighetsanalysen givet en prissänkning visade på en positiv differens mellan täckningsbidragen, dock 60 kronor lägre per hektar än utgångspunkten. Analysen av proteinhaltens påverkan visade även på en positiv differens när ett proteintillägg om 10 kronor per ton antogs. Samtliga typgårdar ökade differensen med 67 kronor per hektar jämfört med utgångspunkten.

## 6 Analys och diskussion

*I detta kapitel följer en sammanfattande diskussion och analys av de empiriska resultaten som presenterats i kapitel 5. Först analyseras och diskuteras de sammanställda fältförsöken och regressionsanalysen. Därefter analyseras de tre fiktiva typgårdarnas resultat, slutligen diskuteras och analyseras möjliga påverkande faktorer.*

### 6.1 Samanställning av fältförsök och regressionsanalys

Resultaten av den genomförda sammanställningen och regressionsanalysen visar på att det finns en korrelation mellan proteinhalt, skördeökning och kvävegiva. Proteinhalten visar positiva resultat när kvävegivan ökar. När vi ser till skördeökningens relation till proteinhalten minskar proteinet i takt med en ökad skörd. Detta medför att proteinhalten minskar i takt med ökad skördeavkastning. Att lägga en större giva kväve leder till en ökad proteinhalt för lantbrukaren men det behöver inte betyda att skördeökningen stiger i relation till den ökade givan. De tidigare studierna (se kapitel 2) visar på att kvävesensorn kan öka skördeavkastningen men samtidigt öka eller ge en homogenare proteinhalt över hela fältet. Både skördeökningen och proteinhalten är viktiga faktorer till lantbrukarens framtida intäkter. Resultatet av regressionsanalysen visade på att gårdarna inte skulle fått något proteintillägg, givet de fältförsök som låg till grund för denna studie.

### 6.2 Jämförelse av typgårdarna

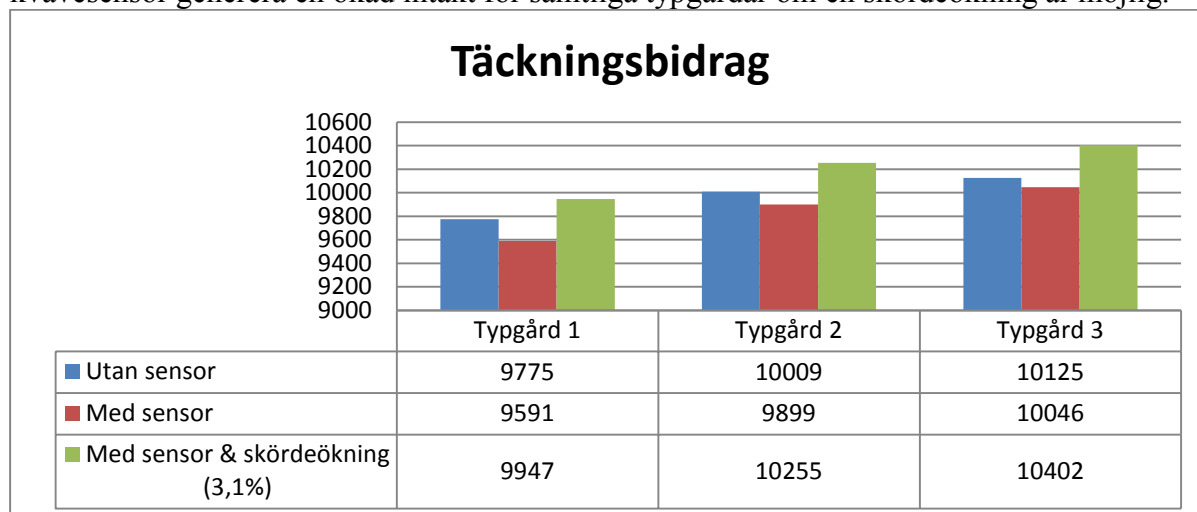
Utifrån de tre fiktiva typgårdarna blir samtliga differenser mellan scenario 1 och 2, utan hänsyn till skördeökning, negativa. Detta beror på att den enda varierande faktorn i kalkylen är maskinkostnaden. Maskinkostnaderna blir högre för ett odlingssystem med kvävesensor då investeringen belastar kostnadsposten och de andra variablerna är konstanta.

Vid beräkningen av typgårdarnas break-even erhöles hur mycket respektive typgård kräver att öka i skörd för att en investering i en kvävesensor skall vara intressant. För samtliga gårdar krävs det en skördeökning för att investeringen skall nå break-even, nollpunkten. Break-even för typgård 1 resulterade i en ökad skördeökning om 1,6 procent. För typgård 2 fodras en skördeökning om 0,96 procent för att täcka kostnaderna. Break-even för typgård 3 resulterade i en skördeökning om 0,68 procent. Detta innebär att det krävs en ökning av skördeavkastningen för att täcka maskinkostnaderna hänförliga till investeringen.

Som tidigare nämnts krävs det för typgård 1, 2 och 3 endast en skördeökning om 1,6-, 0,96- och 0,68 procent för att täckningsbidragen mellan de olika odlingssystemen skall bli lika, det vill säga break-even. Dessa procentsatser kan verka mer rimliga än att öka skördeavkastningen med 3,1 procent som tidigare studier har visat på (pers. med Nissen, 2014). En svaghet i uppsatsens kalkyler är att de endast ser till en skördeökning om 3,1 procent och inte till ett genomsnitt av resultaten från tidigare studier (Söderström et al., 2004; Mayfield & Trengove, 2009; Nissen et al., 2002). Enligt tidigare forskning, se kapitel 2, bidrar en kvävesensor till bättre miljö i form av högre kväveeffektivitet och minskade kväveutlakningar. Detta kan ses som ett mervärde i form av att bidra till en bättre miljö. För lantbrukaren kan detta vara en bidragande faktor till varför han eller hon väljer att investera i en kvävesensor. Kvävesensorn kan på så sätt ge lantbrukaren ett mervärde och en möjlighet till kostnadseffektivisering.

Tidigare forskning, se kapitel 2, visar på att en kvävesensor bidrar till mindre liggsäd i fält. Ett fält med mindre liggsäd har större potential att få en högre skördeavkastning än ett fält med liggsäd. En sådan faktor skulle vara en möjlig anledning till varför en lantbrukare väljer att investera i en kvävesensor. Givetvis vill lantbrukare maximera sina intäkter och kostnadseffektivisera, detta är troligen de största incitamenten till varför lantbrukaren väljer att investera.

När vi beaktade den potentiella skördeökningen om 3,1 procent resulterade detta i att differensen mellan de olika scenarierna blev positiva för samtliga typgårdar. Vid en skördeökning skulle typgård 1 öka sin intäktspost med 355 kronor per hektar. Detta resulterar i en intäktsökning med 26 625 kronor för den totala höstvetarealen, vilket motsvarar 75 hektar. Givet detta skulle typgård 1 kunna återbetala investeringen på sju år. Typgård 2 skulle sedermera öka sina intäkter med 44 375 kronor för den totala höstvetarealen om 125 hektar. Detta motsvarar en möjlig återbetalningstid på fyra år. En skördeökning skulle resultera i en intäktsökning med 62 125 kronor för totala brukade höstvetarealen om 175 hektar för typgård 3 och en återbetalningstid på tre år. Typgård 3 får en högre intäktsökning jämfört med de två andra gårdarna på grund av en större höstvetareal. Sammanfattningsvis skulle en investering i en kvävesensor generera en ökad intäkt för samtliga typgårdar om en skördeökning är möjlig.



**Figur 17. Jämförelse av täckningsbidrag mellan typgårdarna. (Egen bearbetning, 2014)**

I figur 17 presenteras en illustration över samtliga typgårdars täckningsbidrag för respektive odlingssystem. Högst täckningsbidrag ger scenario 2 där det tas hänsyn till en ökad skördeavkastning om 3,1 procent. Lägst täckningsbidrag ger scenario 2 där hänsyn ej tas till en ökad skördeavkastning. Anledningen till att scenario 2, utan hänsyn till ökad skördeavkastning, får lägst täckningsbidrag är för att maskinkostnaderna ökar vid införandet av en kvävesensor.

Utifrån de givna resultaten är det lönsamt för samtliga typgårdar att investera i en kvävesensor. Detta givet att samtliga typgårdar får en ökad skördeavkastning genom användningen av kvävesenorn. Vi tror att denna typ av teknik är ett bra hjälpmedel för en lantbrukare som brukar stora arealer eller driver maskinstation. En investering om 176 000 kronor kan tyckas vara en stor utgift för en teknik som enbart kan användas vid spridning av gödsel, men det skall tilläggas att kostnadseffektivisering kan ske genom en anpassad kvävegiva. I relation till GPS-teknik som innebär en större investering, kan denna teknik användas vid flera arbetsmoment inom lantbruksföretaget. GPS-teknik kommer därmed få en större nytta inom lantbruksföretaget.

## 6.3 Påverkande aspekter

### *Skördeökning*

Enligt studiens resultat är skördeavkastningen den mest avgörande faktorn för huruvida kvävesensortechniken är lönsam eller ej. Våra beräkningar av break-even visade att samtliga typgårdar krävde skördeökning om minst 0,68 procent. Desto mindre typgradens bruksareal var ju större var behovet av ökad skördeavkastning. Sker det ingen ökning av skördeavkastningen visar beräkningarna på att det inte är lönsamt att investera i en kvävesensor för samtliga typgårdar. Detta medför att en ökad skördeavkastning är ett krav för att investeringen skall vara lönsam och därmed en avgörande faktor vid ett investeringsbeslut.

### *Avsalupriser, poolpris 1*

Resultaten av känslighetsanalysen med avseende på avsalupriserna visade på att en ökning i priset ger ett högre täckningsbidrag och en sänkning av avsalupriset leder i sin tur till ett lägre täckningsbidrag. Avsalupriset är en avgörande faktor, priset påverkar kalkylen och därmed beslutet om investering i en kvävesensor. Avsalupriserna är någonting lantbrukaren inte kan styra över, då lantbrukaren ses som en pristagare och inte en prissättare.

### *Proteinhalt*

En påverkande faktor enligt resultaten är det eventuella pristillägget i form av ett proteintillägg. Detta är dock ingen avgörande faktor vid ett beslut om investering av en kvävesensor, däremot påverkar pristillägget kalkylerna positivt. Uppsatsens beräkningar är baserade på höstvet där pristillägget inte är lika högt som vid annan stråsäd, så som vårvete (Internet, Lantmännen Lantbruk, 2014). Hade studien gjorts på vårvete hade proteinhalten haft en större inverkan på kalkylerna. Då proteintillägget är större för vårvete än för höstvet (Internet, Lantmännen Lantbruk, 2014). Detta skulle påverka lantbrukarens täckningsbidrag i form av högre intäkter.

### *Jordart*

Kvävesensorer är antagligen mer effektiva i bruk på fält med varierande jordarter, i och med att dessa fält varierar mer i kvävebehov än ett fält med homogena jordarter (Internet, Jordbruksverket, 2014). I dessa fall kan en kvävesensor vara ett bra alternativ för att kunna ge grödan dess optimala kvävebehov. Användningen av en kvävesensor kommer i detta fall troligen kunna öka lantbrukarens intäkter i form av högre avkastning, mindre liggsäd och homogener proteinhalt etc. En lantbrukare som har jämna jordarter i sina ägor har inte samma behov av att variera kvävemängden på fältet. Troligen kommer inte intäktsökningen vara lika markant för lantbruk med homogena jordarter, som för lantbruk med heterogena jordar. Därför har variationen av jordarter troligen större inverkan på lantbrukarens intäkter än en lantbrukare med homogena jordarter.

### *Investeringsstöd*

Investeringsstöd skulle kunna vara en annan bidragande faktor till varför lantbrukaren väljer att investera i en kvävesensor. Av de ca 100 kvävesensorerna som finns i drift idag är de flesta belägna i områden där det har funnits ett investeringsstöd för investeringar i denna typ av teknik. (pers. med Nissen, 2014). Detta är en aspekt som uppsatsen inte har tagit hänsyn till men detta investeringsstöd kan dock ha en inverkan vid beslutet av en investering i en kvävesensor.



## 7 Slutsatser

*I följande kapitel presenteras uppsatsens slutsatser och studiens syfte och forskningsfrågor besvaras.*

Syftet med denna uppsats är att redogöra utifrån tre fiktiva typgårdar, med olika bruksarealer, när det är lönsamt att investera i kvävesensorteknik. Genom en jämförelse av de tre typgårdarna kunna ge en bild av när intäkterna överskrider kostnaderna för en investering i kvävesensortekniken.

- ***Hur förändras lönsamheten för tre fiktiva växtodlingsföretag med 150-, 250- respektive 350 hektar bruksareal genom en investering i kvävesensorteknik?***

Utifrån studiens resultat visar det sig att lönsamheten ökar i lantbruksföretaget om en skördeökning medföljer investeringen i en kvävesensor. För samtliga fiktiva typgårdar ökar lönsamheten vid införandet av en kvävesensor **om** skördeökning sker. Vid endast införandet av det nya odlingssystemet bidrar **inte** kvävesensorn med ökad lönsamhet. Skördeökning är enligt studien ett krav för att investeringen skall vara lönsam.

- ***Hur mycket skördeökning krävs för att investeringen skall nå en break-even för de tre fiktiva typgårdarna?***

För typgård 1 med bruksarealen 150 hektar krävs en skördeökning om 1,60 procent för att nå en break-even. Typgård 2 kräver en skördeökning om 0,96 procent. För typgård 3 krävs en ökning av skördeavkastningen om 0,68 procent för att nå en break-even.

- ***Vilka produktionsrelaterade faktorer påverkar, de tre fiktiva typgårdarnas, beslut om investering i kvävesensorteknik?***

Utifrån uppsatsens resultat är skördeökning och proteinhalt de faktorer som kan komma att påverka lantbrukarens beslut om en investering i en kvävesensor. Utöver dessa produktionsrelaterade faktorer påverkar även jordart, avsalupris och ett eventuellt investeringsstöd beslutet om en investering. Dessa faktorer är individuella för varje lantbrukares förutsättningar och kan i begränsad grad påverkas.

### 7.1 Vidare forskning

Denna studie tar endast hänsyn till fiktiva gårdar vilket kan ge limiterade resultat. Genom att använda sig av ”verkliga” gårdar skulle det kunna ge ett mer generaliserbart resultat och även bidra till ett bättre beräkningsunderlag. En aspekt som denna studie inte tar hänsyn till är jordarternas påverkan på kvävebehovet hos grödan. Att se till jordarternas påverkan på kvävebehovet och på så sätt lönsamheten skulle kunna vara en möjlig fortsatt studie. En ytterligare variabel som kan tas hänsyn till är andra grödor så som malkorn, vårvete eller raps. Detta skulle kunna ge bredare beräkningsunderlag för beräkningen av lönsamheten i en eventuell investering.

En annan möjlig studie är att använda sig av ett mer kvalitativt angreppssätt med personliga intervjuer med lantbrukare som har respektive inte har investerat i en kvävesensor. Detta för att få en djupare förståelse om vilka faktorer som är avgörande vid ett investeringsbeslut.

# Referenser

## Artiklar och tidskrifter

Algvere, K.V. (1963). Om kostnads/intäkts-analys inom skogliga företag. *Studia forestalia suecica*. Volym 9

Delin, S., & Stenberg, M. (2014). Effect of nitrogen fertilization on nitrate leaching in relation to grain yield response on loamy sand in Sweden. *European Journal of Agronomy*. Volym 52. Ss 291-296

Bongiovanni, R., & Lowenberg-Deboer, J. (2004). Precision agriculture and sustainability. *Precision Agriculture*. Volym 5. Ss 359-387

Fisher, P.D., Abuzar, M., Rab, M.A., Best, F. & Chandra, S. (2009). Advances in precision agriculture in south-eastern Australia. 1. A regression methodology to simulate spatial variation in cereal yields using farmers historical paddock yields and normalized difference vegetation index. *Crop & Pasture Science*. Issue 60. Ss 844-858

Haneklaus, S. & Schnug, E. (2002). An agronomic, ecological and economic assessment of site-specific fertilization. *Lanbauforschung Völkenrode*. Volym 52. Ss 123-133

Hansen, P.M., & Schjoerring, J.K. (2003). Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression. *Remote sensing of environment*. Volym 86. Issue 4. Ss 542-553

Jørgensen, J.R. & Jørgensen, R.N. (2007). Uniformity of wheat yield and quality using sensor assisted application of nitrogen. *Precision Agric.* Volym 8. Issue 1-2. Ss 63-73

Link, A., Panitzki, M. & Reusch, S. (2002). Hydro N-Sensor: Tractor- mounted remote sensing for variable nitrogen fertilization. *Proceedings of the 6th International Conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Management, Minneapolis, USA, 14-17 July, 2002 2003*. Ss. 1012-1017

Mayfield, A.H., & Trengove, S.P. (2009). Grain yield and protein responses in wheat using the N-sensor for variable rate N application. *Crop & Pasture Science*. Volym 60. Ss 818-823

Nissen, K., Gustafsson, K. & Söderström, M. (2002) Assessment of economical benefit of variable rate application of nitrogen, phosphorus, potassium and lime. *NJF-seminar: Application of Precision Farming in practical agriculture*. Skara, 10-12 June 2002

Samborski, S.M., Tremblay, N. & Fallon, E. (2009). Strategies to make use of plant sensor-based diagnostic information for nitrogen recommendations. *Agronomy Journal*. Volym 101. Issue 4. Ss 800-816

Söderström, M., Nissen, K., Gustafsson, K., Börjesson, T., Jonsson, A. & Wijkmark, L. (2004). Swedish farmers' experiences of the Yara N-sensor. *Proceedings of the 7th International Conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Management, Hyatt Regency, Minneapolis, USA*. Ss 1836-1846

Zillmann, E., Graeff, S., Linka, J., Batchelor, W.D. & Claupeina, W. (2006). Assessment of Cereal Nitrogen Requirements Derived by Optical On-the-Go Sensors on Heterogeneous Soils. *Agronomy Journal*. Volym 98. Ss 682-690

### Tryckt litteratur

Allan, W.B., Doherty, N.A., Weigelt, K. & Mansfield, E. (2013). *Managerial economics – Theory, applications and cases*. 8. uppl. New York: W. W Norton & Company, Inc.

Bergknut, P., Elmgren-Warberg, J. & Hentzel, M. (1993). *Investering i teori och praktik*. 5. uppl. Lund: Studentlitteratur

Bryman, A. & Bell, E. (2013). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. 2. uppl. Stockholm: Liber AB

Edlund, P.O., Högberg, O. & Leonardz, B. (1999). *Beslutsmodeller – redskap för ekonomisk argumentation*. 4.9. uppl. Lund: Studentlitteratur AB

Fogelfors, H. (2001). *Växtproduktion i jordbruket*. 1. uppl. Borås: Bokförlaget Natur och Kultur/LTs förlag

Greve, J. (2009). *Ekonomistyrning – Principer och praxis*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur AB

Ljung, B. & Högberg, O. (2004). *Investeringsbedömning – en introduktion*. 2:4. uppl. Malmö: Liber AB

Maskinkalkylgruppen. (2014). *Maskinkostnader 2014 – Underlag och kalkylexempel på timkostnader för lantbruksmaskiner*. Hushållningssällskapet Väst.

Olhager, J. (2000) *Produktionsekonomi*, Lund: studentlitteratur.

Yan, X. (2009). *Linear regression analysis: Theory and computing*. Singapore: World Scientific

### Internet

Agriwise, [www.agriwise.org](http://www.agriwise.org)

1. Databoken 2014

Jordbruksverket, [www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

1. *Riktlinjer för gödsling och kalkning 2014*, 2014-04-29  
<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo1311.html>

Lantmännen Lantbruk, [www.lantmannenlantbruk.se](http://www.lantmannenlantbruk.se)

1. *Gårdsmagasinet Inför skörden 2014*, 2014-04-29  
<http://www.lantmannenlantbruk.se/Documents/V%C3%A5ra%20tj%C3%A4nster/G%C3%A5rdsmagasinet/2014/Infor%20Skord%202014.pdf>

Precisionsskolan, [www.precisionsskolan.se](http://www.precisionsskolan.se)

1. *Yara N-sensor*, 2014-05-05  
<http://www.precisionsskolan.se/?p=30435&m=3719>

Yara, [www.yara.se](http://www.yara.se)

1. *Om Yara*, 2014-08-02  
<http://www.yara.se/about-yara/>
2. *Yara N-sensor*, 2014-05-04  
<http://www.yara.se/crop-nutrition/Tools-and-Services/n-sensor/>

### **Personliga meddelanden**

Göransson, Eva

Kundtjänst, Lantmännen

Telefonsamtal och mailkonversation 9 Maj 2014

Krijger, Anna-Karin

Försöksledare, Verksamhetsledare försök i väst, Hushållningssällskapet Väst

Telefonsamtal 16 April 2014

Lindgren, Arvid

Odlingsrådgivare, Lovangruppen

Telefonsamtal 9 Maj 2014

Nissen, Knud

Produktchef N-sensor, Lantmännen Lantbruk

Telefonsamtal 8 April 2014

Olsson, Lina

Spannmålssupport

Telefonsamtal och mailkonversation 10 April 2014

# Bilaga 1: Maskinkostnadsberäkning

| Beskrivning                                  | ÅV               | Avskrivningstid | Restvärde     | NV (kr) | Annuitetsfaktor | Kapitalkostnad/år | Kapitalkost./ha | Årlig användning (tim) | Underhållskostnad | Underhållskostnad/ha | Drivmedelskostnad | Drivmedelskost./ha | Arbetskostnad | Arbetskostnad/ha |
|--|------------------|-----------------|---------------|---------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|---------------|------------------|
| Traktor 100 kW                               | 750 000          | 12              | 225000        | 859 658 | 0,125901989     | 108233            | 722             | 432                    | 6513              | 43                   | 7500              | 50                 | 27800         | 185              |
| Konstgödselspridare buren 2500 l dator, 24 m | 125 000          | 12              | 35000         | 194427  | 0,125901989     | 24477             | 163             | 50                     | 2641              | 18                   |                   |                    | 10900         | 73               |
| <b>Summa</b>                                 | <b>875 000</b>   |                 | <b>260000</b> |         |                 | <b>132710</b>     | <b>885</b>      | <b>482</b>             | <b>9154</b>       | <b>61</b>            | <b>7500</b>       | <b>50</b>          | <b>38700</b>  | <b>258</b>       |
|  |                  |                 |               |         |                 |                   |                 |                        |                   |                      |                   |                    |               |                  |
| Beskrivning                                  | ÅV               | Avskrivningstid | Restvärde     | NV (kr) | Annuitetsfaktor | Kapitalkostnad/år | Kapitalkost./ha | Årlig användning (tim) | Underhållskostnad | Underhållskostnad/ha | Drivmedelskostnad | Drivmedelskost./ha | Arbetskostnad | Arbetskostnad/ha |
| Traktor 100 kW                               | 750 000          | 12              | 225000        | 859658  | 0,125901989     | 108233            | 722             | 432                    | 6513              | 43                   | 7500              | 50                 | 27800         | 185              |
| Konstgödselspridare buren 2500 l dator, 24 m | 125 000          | 12              | 35000         | 194427  | 0,125901989     | 24477             | 163             | 50                     | 2641              | 18                   |                   |                    | 10900         | 73               |
| Yara N-sensor                                | 176 000          | 12              |               |         | 0,125901989     | 22139             | 148             |                        |                   | 36                   |                   |                    |               |                  |
| Yara N-sensor användarlicens och uppdatering |                  |                 |               |         |                 |                   |                 |                        |                   |                      |                   |                    |               |                  |
| <b>Summa</b>                                 | <b>1 051 000</b> |                 | <b>260000</b> |         |                 | <b>154869</b>     | <b>1032</b>     | <b>482</b>             | <b>14487</b>      | <b>97</b>            | <b>7500</b>       | <b>50</b>          | <b>38700</b>  | <b>258</b>       |
|  |                  |                 |               |         |                 |                   |                 |                        |                   |                      |                   |                    |               |                  |
| Beskrivning                                  | ÅV               | Avskrivningstid | Restvärde     | NV (kr) | Annuitetsfaktor | Kapitalkostnad/år | Kapitalkost./ha | Årlig användning (tim) | Underhållskostnad | Underhållskostnad/ha | Drivmedelskostnad | Drivmedelskost./ha | Arbetskostnad | Arbetskostnad/ha |
| Traktor 100 kW                               | 750 000          | 12              | 225000        | 1033842 | 0,125901989     | 130163            | 521             | 653                    | 11927             | 48                   | 12500             | 50                 | 46333         | 185              |
| Konstgödselspridare buren 2500 l dator, 24 m | 125 000          | 12              | 35000         | 249718  | 0,125901989     | 31440             | 126             | 83                     | 4359              | 17                   |                   |                    | 18167         | 73               |
| <b>Summa</b>                                 | <b>875 000</b>   |                 | <b>260000</b> |         |                 | <b>161603</b>     | <b>646</b>      | <b>736</b>             | <b>16286</b>      | <b>65</b>            | <b>12500</b>      | <b>50</b>          | <b>64500</b>  | <b>258</b>       |
|  |                  |                 |               |         |                 |                   |                 |                        |                   |                      |                   |                    |               |                  |
| Beskrivning                                  | ÅV               | Avskrivningstid | Restvärde     | NV (kr) | Annuitetsfaktor | Kapitalkostnad/år | Kapitalkost./ha | Årlig användning (tim) | Underhållskostnad | Underhållskostnad/ha | Drivmedelskostnad | Drivmedelskost./ha | Arbetskostnad | Arbetskostnad/ha |
| Traktor 100 kW                               | 750 000          | 12              | 225000        | 1033842 | 0,125901989     | 130163            | 521             | 653                    | 11927             | 48                   | 12500             | 50                 | 46333         | 185              |
| Konstgödselspridare buren 2500 l dator, 24 m | 125 000          | 12              | 35000         | 249718  | 0,125901989     | 31440             | 126             | 83                     | 4359              | 17                   |                   |                    | 18167         | 73               |
| Yara N-sensor                                | 176 000          | 12              |               |         | 0,125901989     | 22139             | 89              |                        |                   |                      |                   |                    |               |                  |
| Yara N-sensor användarlicens och uppdatering |                  |                 |               |         |                 |                   |                 |                        |                   | 21                   |                   |                    |               |                  |
| <b>Summa</b>                                 | <b>1 051 000</b> |                 | <b>260000</b> |         |                 | <b>183762</b>     | <b>735</b>      | <b>736</b>             | <b>21620</b>      | <b>86</b>            | <b>12500</b>      | <b>50</b>          | <b>64500</b>  | <b>258</b>       |
|  |                  |                 |               |         |                 |                   |                 |                        |                   |                      |                   |                    |               |                  |
| Beskrivning                                  | ÅV               | Avskrivningstid | Restvärde     | NV (kr) | Annuitetsfaktor | Kapitalkostnad/år | Kapitalkost./ha | Årlig användning (tim) | Underhållskostnad | Underhållskostnad/ha | Drivmedelskostnad | Drivmedelskost./ha | Arbetskostnad | Arbetskostnad/ha |
| Traktor 100 kW                               | 750 000          | 12              | 225000        | 1172021 | 0,125901989     | 147560            | 422             | 874                    | 16222             | 46                   | 17500             | 50                 | 64867         | 185              |
| Konstgödselspridare buren 2500 l dator, 24 m | 125 000          | 12              | 35000         | 309952  | 0,125901989     | 38520             | 110             | 117                    | 6107              | 17                   |                   |                    | 25433         | 73               |
| <b>Summa</b>                                 | <b>875 000</b>   |                 | <b>260000</b> |         |                 | <b>186080</b>     | <b>532</b>      | <b>991</b>             | <b>22329</b>      | <b>64</b>            | <b>17500</b>      | <b>50</b>          | <b>90300</b>  | <b>258</b>       |
|  |                  |                 |               |         |                 |                   |                 |                        |                   |                      |                   |                    |               |                  |
| Beskrivning                                  | ÅV               | Avskrivningstid | Restvärde     | NV (kr) | Annuitetsfaktor | Kapitalkostnad/år | Kapitalkost./ha | Årlig användning (tim) | Underhållskostnad | Underhållskostnad/ha | Drivmedelskostnad | Drivmedelskost./ha | Arbetskostnad | Arbetskostnad/ha |
| Traktor 100 kW                               | 750 000          | 12              | 225000        | 1172021 | 0,125901989     | 147560            | 422             | 874                    | 16222             | 46                   | 17500             | 50                 | 64867         | 185              |
| Konstgödselspridare buren 2500 l dator, 24 m | 125 000          | 12              | 35000         | 309952  | 0,125901989     | 38520             | 110             | 117                    | 6107              | 17                   |                   |                    | 25433         | 73               |
| Yara N-sensor                                | 176 000          | 12              |               |         | 0,125901989     | 22139             | 63              |                        |                   |                      |                   |                    |               |                  |
| Yara N-sensor användarlicens och uppdatering |                  |                 |               |         |                 |                   |                 |                        |                   | 15                   |                   |                    |               |                  |
| <b>Summa</b>                                 | <b>1 051 000</b> |                 | <b>260000</b> |         |                 | <b>208239</b>     | <b>595</b>      | <b>991</b>             | <b>27682</b>      | <b>79</b>            | <b>17500</b>      | <b>50</b>          | <b>90300</b>  | <b>258</b>       |

## Bilaga 2: Beräkning av årlig användning av traktor och gödselspridare

| Typgård 1. 150 ha | Redskap            | Hektar | Kapacitet ha/tim | Överfart | Timmar     |
|-------------------|--------------------|--------|------------------|----------|------------|
| Traktor 100kW     | Harv 7m bogserad   | 150    | 4,5              | 2        | 67         |
|                   | Gödeselspridare    | 150    | 6                | 2        | 50         |
|                   | Spruta 24m         | 150    | 7,5              | 2        | 40         |
|                   | Växelplog 5-skärig | 150    | 1                | 1        | 150        |
|                   | Vagn               |        |                  |          | 100        |
|                   | Vält 12m           | 150    | 6                | 1        | 25         |
| <b>Summa</b>      |                    |        |                  |          | <b>432</b> |

| Typgård 1. 150 ha | Växtföljd | Andel i ha | Överfarter | Kapacitet ha/tim | Timmar per ha |
|-------------------|-----------|------------|------------|------------------|---------------|
| Gödselspridare    | HR        | 25         | 2          | 6                | 8             |
|                   | HV        | 75         | 2          | 6                | 25            |
|                   | Ärt       | 25         | 2          | 6                | 8             |
|                   | Korn      | 25         | 2          | 6                | 8             |
| <b>Summa:</b>     |           | <b>150</b> |            |                  | <b>50</b>     |

| Typgård 2. 250 ha | Redskap            | Hektar | Kapacitet ha/tim | Överfart | Timmar     |
|-------------------|--------------------|--------|------------------|----------|------------|
| Traktor 100kW     | Harv 7m bogserad   | 250    | 4,5              | 2        | 111        |
|                   | Gödeselspridare    | 250    | 6                | 2        | 83         |
|                   | Spruta             | 250    | 7,5              | 2        | 67         |
|                   | Växelplog 5-skärig | 250    | 1                | 1        | 250        |
|                   | Vagn               |        |                  |          | 100        |
|                   | Vält 12m           | 250    | 6                | 1        | 42         |
| <b>Summa:</b>     |                    |        |                  |          | <b>653</b> |

| Typgård 2. 250 ha | Växtföljd | Andel Ha   | Överfarter | Kapacitet ha/tim | Timmar per ha |
|-------------------|-----------|------------|------------|------------------|---------------|
| Gödselspridare    | HR        | 42         | 2          | 6                | 14            |
|                   | HV        | 125        | 2          | 6                | 42            |
|                   | Ärt       | 42         | 2          | 6                | 14            |
|                   | Korn      | 42         | 2          | 6                | 14            |
| <b>Summa:</b>     |           | <b>250</b> |            |                  | <b>83</b>     |

| Typgård 3. 350 ha | Redskap            | Hektar | Kapacitet ha/tim | Överfart | Timmar     |
|-------------------|--------------------|--------|------------------|----------|------------|
| Traktor 100kW     | Harv 7m bogserad   | 350    | 4,5              | 2        | 156        |
|                   | Gödeselspridare    | 350    | 6                | 2        | 117        |
|                   | Spruta             | 350    | 7,5              | 2        | 93         |
|                   | Växelplog 5-skärig | 350    | 1                | 1        | 350        |
|                   | Vagn               |        |                  |          | 100        |
|                   | Vält 12m           | 350    | 6                | 1        | 58         |
| <b>Summa:</b>     |                    |        |                  |          | <b>874</b> |

| Typgård 3. 350 ha | Växtföljd | Andel Ha   | Överfarter | Kapacitet ha/tim | Timmar per ha |
|-------------------|-----------|------------|------------|------------------|---------------|
| Gödselspridare    | HR        | 58         | 2          | 6                | 19            |
|                   | HV        | 175        | 2          | 6                | 58            |
|                   | Ärt       | 58         | 2          | 6                | 19            |
|                   | Korn      | 58         | 2          | 6                | 19            |
| <b>Summa:</b>     |           | <b>350</b> |            |                  | <b>117</b>    |

## Bilaga 3: Underhållskostnad enligt ASABE

### ASABE Underhållskostnad

|                   | ÅV             | Repair Factor |     | Årlig anvnd. (tim) | Livslängd |       | Max livslängd | Underhåll per år kr | Underhåll per ha i kr |
|-------------------|----------------|---------------|-----|--------------------|-----------|-------|---------------|---------------------|-----------------------|
|                   |                | RF1           | RF2 |                    | År        | (tim) |               |                     |                       |
| Typgård 1. 150 ha | Traktor 150ha  | 0,003         | 1,8 | 432                | 32        | 14000 | 25            | 6513                | 43                    |
|                   | Spridare 150ha | 0,4           | 1,3 | 50                 | 24        | 1200  | 24            | 2641                | 18                    |
|                   | Summa:         |               |     |                    |           |       |               | 9154                | 61                    |
| Typgård 2. 250 ha | Traktor 250ha  | 0,003         | 1,8 | 653                | 21        | 14000 | 21            | 11927               | 48                    |
|                   | Spridare 250ha | 0,4           | 1,3 | 83                 | 14        | 1200  | 14            | 4359                | 17                    |
|                   | Summa:         |               |     |                    |           |       |               | 16286               | 65                    |
| Typgård 3. 350 ha | Traktor 350ha  | 0,003         | 1,8 | 874                | 16        | 14000 | 16            | 16222               | 46                    |
|                   | Spridare 350ha | 0,4           | 1,3 | 117                | 10        | 1200  | 10            | 6107                | 17                    |
|                   | Summa:         |               |     |                    |           |       |               | 22329               | 64                    |

## Bilaga 4: Känslighetsanalys, avsalupris

### Typgård 1, 150 ha

| Avsalupris för H-vete enligt marknaden     | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
|--|--------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Avsalupris i kronor                        | 1,765        | 1,765        | 1,765                    | 1,765                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 996          | 1179         | 1179                     | 1179                                 |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>9775</b>  | <b>9592</b>  | <b>9775</b>              | <b>9947</b>                          |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          | <b>173</b>                           |
|  |              |              |                          |                                      |
| Avsalupriset för H-vete ökar med 30 öre    | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
| Avsalupris i kronor                        | 2,065        | 2,065        | 2,065                    | 2,065                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 996          | 1179         | 1179                     | 1179                                 |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>11725</b> | <b>11542</b> | <b>11756</b>             | <b>11958</b>                         |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          | <b>233</b>                           |
|  |              |              |                          |                                      |
| Avsalupriset för H-vete minskar med 30 öre | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
| Avsalupris i kronor                        | 1,465        | 1,465        | 1,465                    | 1,465                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 996          | 1179         | 1179                     | 1179                                 |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>7825</b>  | <b>7642</b>  | <b>7794</b>              | <b>7937</b>                          |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          | <b>112</b>                           |



## Typgård 2, 250 ha

| Avsalupris för H-vete enligt marknaden     | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
|--|--------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Avsalupris i kronor                        | 1,765        | 1,765        | 1,765                    | 1,765                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 762          | 872          | 872                      | 872                                  |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>10009</b> | <b>9899</b>  | <b>10083</b>             | <b>10255</b>                         |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          | <b>246</b>                           |
|  |              |              |                          |                                      |
| Avsalupriset för H-vete ökar med 30 öre    | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
| Avsalupris i kronor                        | 2,065        | 2,065        | 2,065                    | 2,065                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 762          | 872          | 872                      | 872                                  |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>11959</b> | <b>11849</b> | <b>12064</b>             | <b>12265</b>                         |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          | <b>306</b>                           |
|  |              |              |                          |                                      |
| Avsalupriset för H-vete minskar med 30 öre | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
| Avsalupris i kronor                        | 1,465        | 1,465        | 1,465                    | 1,465                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 762          | 872          | 872                      | 872                                  |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>8059</b>  | <b>7949</b>  | <b>8101</b>              | <b>8244</b>                          |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          | <b>185</b>                           |

## Typgård 3, 350 ha

| Avsalupris för H-vete enligt marknaden     | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
|--|--------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Avsalupris i kronor                        | 1,765        | 1,765        | 1,765                    | 1,765                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 645          | 724          | 724                      | 724                                  |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>10125</b> | <b>10046</b> | <b>10230</b>             | <b>10402</b>                         |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          |                                      |
|  |              |              |                          |                                      |
| Avsalupriset för H-vete ökar med 30 öre    | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
| Avsalupris i kronor                        | 2,065        | 2,065        | 2,065                    | 2,065                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 645          | 724          | 724                      | 724                                  |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>12075</b> | <b>11996</b> | <b>12211</b>             | <b>12413</b>                         |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          | <b>338</b>                           |
|  |              |              |                          |                                      |
| Avsalupriset för H-vete minskar med 30 öre | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt studier av Yara |
| Avsalupris i kronor                        | 1,465        | 1,465        | 1,465                    | 1,465                                |
| Skörd per ha                               | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                               |
| Proteintillägg                             | 0            | 0            | 0                        | 0                                    |
| Pris för insatsvara i kronor               | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                                 |
| Insatsvara kväve i kg per ha               | 150          | 150          | 150                      | 150                                  |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha      | 645          | 724          | 724                      | 724                                  |
| Arbetskostnad per ha                       | 258          | 258          | 258                      | 258                                  |
| <b>TB:</b>                                 | <b>8175</b>  | <b>8096</b>  | <b>8249</b>              | <b>8392</b>                          |
| <b><math>\pi</math> sensor</b>             |              |              |                          | <b>217</b>                           |

## Bilaga 5: Känslighetsanalys, proteintillägg

| <b>Typgård 1. 150 hektar</b>          |              |              |                          |                                |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------|--------------------------------|
|                                       |              |              |                          |                                |
| Känslighetsanalys av protein          | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt forskning |
| Avsalupris i kronor                   | 1,765        | 1,765        | 1,765                    | 1,765                          |
| Skörd per ha                          | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                         |
| Proteintillägg                        | 0            | 0            | 0                        | 0,01                           |
| Pris för insatsvara i kronor          | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                           |
| Insatsvara kväve i kg per ha          | 150          | 150          | 150                      | 150                            |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha | 996          | 1179         | 1179                     | 1179                           |
| Arbetskostnad per ha                  | 258          | 258          | 258                      | 258                            |
| <b>TB:</b>                            | <b>9775</b>  | <b>9592</b>  | <b>9775</b>              | <b>10014</b>                   |
| <b>π sensor</b>                       |              |              |                          | <b>240</b>                     |
|                                       |              |              |                          |                                |
| <b>Typgård 2. 250 hektar</b>          |              |              |                          |                                |
|                                       |              |              |                          |                                |
| Känslighetsanalys av protein          | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt forskning |
| Avsalupris i kronor                   | 1,765        | 1,765        | 1,765                    | 1,765                          |
| Skörd per ha                          | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                         |
| Proteintillägg                        | 0            | 0            | 0                        | 0,01                           |
| Pris för insatsvara i kronor          | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                           |
| Insatsvara kväve i kg per ha          | 150          | 150          | 150                      | 150                            |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha | 762          | 872          | 872                      | 872                            |
| Arbetskostnad per ha                  | 258          | 258          | 258                      | 258                            |
| <b>TB:</b>                            | <b>10009</b> | <b>9899</b>  | <b>10082</b>             | <b>10321</b>                   |
| <b>π sensor</b>                       |              |              |                          | <b>313</b>                     |
|                                       |              |              |                          |                                |
| <b>Typgård 3. 350 hektar</b>          |              |              |                          |                                |
|                                       |              |              |                          |                                |
| Känslighetsanalys av protein          | Utan sensor  | Med sensor   | Sensor, skörd måste vara | Sensor, skörd enligt forskning |
| Avsalupris i kronor                   | 1,765        | 1,765        | 1,765                    | 1,765                          |
| Skörd per ha                          | 6500         | 6500         | 6604                     | 6701,5                         |
| Proteintillägg                        | 0            | 0            | 0                        | 0,01                           |
| Pris för insatsvara i kronor          | 2,96         | 2,96         | 2,96                     | 2,96                           |
| Insatsvara kväve i kg per ha          | 150          | 150          | 150                      | 150                            |
| Maskinkostnad (ink. drivmedel) per ha | 645          | 724          | 724                      | 724                            |
| Arbetskostnad per ha                  | 258          | 258          | 258                      | 258                            |
| <b>TB:</b>                            | <b>10126</b> | <b>10047</b> | <b>10230</b>             | <b>10469</b>                   |
| <b>π sensor</b>                       |              |              |                          | <b>344</b>                     |